



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

PUHDISTETTAVA TALOTEKNIikka

Siivouksen ja talotekniikan yhteisvaikutus koulurakennusten sisäilmastoon

Saara Vänskä

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikka

VÄNSKÄ, SAARA:

Puhdistettava talotekniikka

Siivouksen ja talotekniikan yhteisvaikutus koulurakennusten sisäilmastoon

Opinnäytetyö 109 sivua, joista liitteitä 18 sivua

Maaliskuu 2016

Talotekniikan puhdistuksesta on todella vähän tietoa tarjolla, vaikka talotekniikan ja siivouksen vaikutuksesta sisäolosuhteisiin on tehty paljon tutkimuksia. Puhdistamattomalla ja huoltamattomalla talotekniikalla on vaikea ylläpitää haluttuja olosuhteita. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten talotekniikka ja siivous vaikuttavat sisäilmastoon, miten talotekniikan puhtaanapito on tällä hetkellä toteutettu, miten puhtaanapito tulisi toteuttaa, sekä millaiset talotekniset ratkaisut on helppo pitää puhtaina. Työn tarkoituksena oli lisäksi antaa kehitysehdotuksia ja ohjeistuksia niin siivouspalveluiden tilaajille ja tuottajille, kuin talotekniikan suunnittelijoillekin.

Merkittävin tutkimusmenetelmä oli tiedon kerääminen eri lähteistä, joita kertyi yli 120. Talotekniikan puhtaanapidon nykyistä toteutusta tutkittiin kolmen koulurakennuksen siivoushenkilökunnan teemahaastatteluilla sekä siivoojille lähetetyllä sähköisellä kyselyllä. Saatujen vastauksien mukaan talotekniikan puhdistustaajuus ja puhdistuksesta annetut ohjeistukset vaihtelevat suuresti. Käytetyt menetelmät eli kuiva- ja nihkeäpyyhintä ovat toimivia, mutta vain osassa kohteista nykyinen puhdistustaajuus on riittävä hyvän sisäilman ylläpitämiseksi ja laitteiden suunnitellun toiminnan varmistamiseksi.

Puhtaanapito tulisi toteuttaa kiinteistön siivous- ja huoltohenkilökunnan yhteistyöllä. Taloteknisten laitteiden ulkopintojen puhdistaminen tulisi kirjata siivouksen palvelukuvaukseen ja sisäpintojen puhdistaminen kiinteistönhuollon palvelukuvaukseen. Puhdistustaajuus tulisi kirjata selkeästi, ja se kannattaisi määritellä mahdollisuuksien mukaan rakennuksen sisäilmastoluokitusta hyödyntäen.

Suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen siivottavuuteen ja taloteknisten laitteiden puhdistettavuuteen. Helposti puhdistettavia taloteknisiä ratkaisuja ovat vesikalusteiden osalta esimerkiksi pinnoitetut, pyöreämuotoiset pesualtaat ja seinä-WC:t sekä elektroniset hanat. Suositeltavia ratkaisuja ovat myös kattosäteilijät, joilla voidaan toteuttaa sekä lämmitys että jäähdytys, sekä sileäpintaisten ilmanvaihdon päätelaitteet, jotka voivat olla esimerkiksi etulevyltään rei'itettyjä hajottajia tai pinnoitettuja venttiilejä.

Tutkimuksia lämmityspattereiden ja jäähdytyspalkkien likaantumisesta pitäisi tehdä, jotta puhdistustaajuudesta voisi antaa täsmällisempiä ohjeita. Kaikkien tuotteiden valmistajien olisi lisäksi hyvä antaa tuotteilleen edes suuntaa-antava suositus puhdistustaajuudesta, jolla tuotteen tekniset ominaisuudet säilyvät ja suunnitteluarvot täyttyvät.

Asiasanat: talotekniikka, siivous, siivottavuus, sisäilmasto

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Services

VÄNSKÄ, SAARA:

Clean Building Service Systems

The Combined Effect of Cleaning and Building Services on the Indoor Environmental Quality in School Buildings

Bachelor's thesis 109 pages, appendices 18 pages

March 2016

It is widely studied and commonly known that building services and cleaning affect the quality of indoor air. Additionally, it is difficult to create the wanted indoor conditions with unclean building service systems. There is still only little information available on how to clean the building service systems. The purpose of this thesis was to collect information on how building services and cleaning affect the indoor environmental quality, how the cleaning of the building service systems is carried out at the moment and how it should be carried out, and what type of building service systems are easy to clean and maintain. Another objective was to give guidance to both subscribers and producers of cleaning services as well as to the building service engineers.

The data was collected from over 120 references. The data on how the cleaning of the building service systems is carried out at the moment were gathered by interviewing cleaning staff from three different school buildings and by conducting an online survey among cleaners. According to the responses the guidance given on cleaning and the cleaning frequency of the building service systems varies a lot. The methods used, which were dry and damp wiping, are well-suited, but in some buildings the current cleaning frequency is inadequate for maintaining good indoor air quality and securing the proper function of the building service systems.

The cleaning should be executed in cooperation of the cleaning and maintenance staff. The division of the required tasks and the wanted cleaning frequency should be written clearly into the service contracts. With proactive planning it is possible to considerably affect the cleanability of the building and the systems inside it. Building service systems that are easy to clean and maintain are for example coated, round-shaped basins and wall mounted toilets, electronic faucets and ceiling mounted panel radiators for heating and cooling. Products with a smooth surface, such as coated valves and perforated diffuser plates, should be used in ventilation system.

Further research on dust accumulation on radiators and chilling beams is required to give more specific instruction on cleaning frequency. Furthermore, manufacturers should give at least an approximate cleaning frequency for their products for maintaining the functional ability at a proper level.

Key words: building services, cleaning, indoor environmental quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tausta ja tavoite	7
1.2	Työn rajausta ja rakenne	8
1.3	Tutkimusmenetelmät	8
1.3.1	Haastattelut.....	8
1.3.2	Sähköinen kysely	9
2	SISÄILMASTO.....	10
2.1	Yleistä	10
2.2	Kaasumaiset epäpuhtaudet.....	11
2.2.1	VOC-yhdisteet	12
2.2.2	Formaldehydi	15
2.2.3	Ammoniakki.....	17
2.2.4	Otsoni	18
2.2.5	Hiilidioksidi	20
2.3	Hiukkasmaiset epäpuhtaudet	20
2.3.1	Huonepöly	24
2.3.2	Linoleumlattioiden vahan jauhaantuminen	25
2.3.3	Epäorgaaniset kuidut.....	26
2.3.4	Mikrobit	27
2.4	Kosteus.....	29
2.5	Lämpötila	29
2.6	Valaistus.....	31
2.7	Melu	32
2.8	Olosuhdetuntemukset.....	33
3	TALOTEKNIikka JA SEN PUHDISTETTAVUUS OSANA SISÄOLOSUHDEHALLINTAA.....	35
3.1	Ilmanvaihto	35
3.1.1	Painesuhteet.....	39
3.1.2	Helposti puhdistettava kanavisto	41
3.1.3	Ilman suodatus	43
3.1.4	Äänenvaimentimet	47
3.1.5	Päätelaitteet	50
3.2	Jäähdytys.....	54
3.3	Lämmitys	55
3.3.1	Lämmityspatterit	56
3.3.2	Lattialämmitys.....	58

3.3.3	Kattosäteilijät	59
3.4	Vesikalusteet	60
3.4.1	Kosketusvapaat hanat	60
3.4.2	Pesualtaiden pintakäsittelyt	61
3.4.3	Seinä-WC	62
3.5	Valaistus	63
4	PUHTAUSPALVELUT OSANA SISÄOLOSUHDEHALLINTAA	65
4.1	Puhdistustöiden toteutus teoriassa ja käytännössä	65
4.2	Perusteellinen palvelukuvaus	66
4.2.1	Halutun puhtaustason määrittely ja arviointi	67
4.2.2	Siivousmenetelmät	69
4.2.3	Olosuhdehuolehtijat	70
4.3	Tarjouspyyntö	71
4.4	Siivouksen mitoitus	72
4.5	Perehdytys	73
4.6	Yläpölyt ja tilojen siivottavuus	74
5	YHTEENVETO	77
6	POHDINTA	82
	LÄHTEET	83
	LIITTEET	92
	Liite 1. Haastattelu kohteessa 1	92
	Liite 2. Haastattelu kohteessa 2	95
	Liite 3. Haastattelu kohteessa 3	97
	Liite 4. Siivouskyselyn tulokset	100

LYHENTEET JA TERMIT

DALY	Disability-adjusted life years, menetetyt toimintakykyiset elinvuodet
DEHP	Dietyyliheksyyliftalaatti
EPA-suodatin	Efficient Particulate Air filter
HEPA-suodatin	High Efficiency Particulate Air filter
HTP-arvo	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus
IARC	The International Agency for Research on Cancer, kansainvälinen syöväntutkimuslaitos
MVOC	Microbial Volatile Organic Compound, mikrobiperäiset haihtuvat orgaaniset yhdisteet
OCIA	Organic Compounds in Indoor Air, sisäilman orgaaniset yhdisteet
PAH	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PM _{2,5}	Particulate Matter < 2,5; pienhiukkaset, eli hiukkaset, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 2,5 µm
PM ₁₀	Particulate Matter < 10; hengitettävät hiukkaset, eli hiukkaset, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 µm
POM	Particulate Organic Matter, partikkeleihin sidotut orgaaniset yhdisteet
PVC	Polyvinyylikloridi
SVOC	Semivolatile Organic Compound, puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet
TVOC	Total Volatile Organic Compound, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä
ULPA-suodatin	Ultra Low Penetration Air filter
VOC	Volatile Organic Compound, haihtuvat orgaaniset yhdisteet
VVOC	Very Volatile Organic Compound, erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Olen työskennellyt ennen nykyisiä opintojani kotisiivoojana, rappusiivoojana, myymäläsiivoojana ja toimistosiivoojana. Minulla ei ollut tehtäviin soveltuvaa koulutusta, ja perehdytys oli vaatimatonta. Talotekniikasta en tiennyt silloin mitään, eikä sen siivous tullut ajankohtaiseksi kertaakaan. Nykyisissä opinnoissani talotekniikan koulutusohjelmassa aloin miettiä, kuka talotekniikan puhdistettavuudesta ja puhdistuksesta oikein vastaa.

Talotekniikalla luodaan olosuhteita, joten se vaikuttaa ilmiselvästi sisäilmastoon. Myös siivouksen vaikutus sisäilmaan on moneen kertaan tutkittu ja todistettu asia. On siis suorastaan järkyttävää, ettei näiden kahden yhdistelmästä, eli talotekniikan puhtaanapidosta ja puhdistettavuudesta, ole juurikaan ohjeistuksia tai muutakaan tietoa. Eri taloteknisten laitteiden siivoustaajuuksista on hämmästyttävän vähän tietoa tarjolla edes valmistajilta.

Työn tavoitteena oli selvittää, miten talotekniikka ja siivous vaikuttavat sisäilmastoon, miten talotekniikan puhtaanapito on tällä hetkellä toteutettu, miten puhtaanapito tulisi toteuttaa sekä millaiset talotekniset ratkaisut on helppo pitää puhtaina. Työn tarkoituksena on lisäksi antaa kehitysehdotuksia ja ohjeistuksia sekä siivouspalveluiden tilaajille ja tuottajille että talotekniikan suunnittelijoille. Koko työn läpi kulkevana ajatuksena on, että ehdotetuilla ratkaisuilla ja toimintamalleilla koulurakennuksien terveellisen sisäilmaston luominen ja ylläpitäminen olisi paitsi helppoa, myös mahdollisimman kustannus- ja energiatehokasta.

Tämä opinnäytetyö on tehty osana kolmevuotista COMBI-hanketta (Comprehensive development of nearly zero-energy municipal service buildings), jonka tutkimusorganisaatioita ovat TTY, Aalto sekä TAMK. Suomen tavoitteena on, että vuoden 2019 alusta lähtien käyttöönotettavat uudet julkiset rakennukset rakennetaan lähes nollaenergiarakennuksina (nearly zero-energy building, nZEB). COMBI-hankkeessa pyritään selvittämään palvelurakennuksien energiatehokkuuden parantamiseen liittyviä vaikutuksia ja ongelmia sekä saamaan aikaan ratkaisuja, joilla voidaan parantaa palvelurakennusten energiatehokkuutta lähes nollaenergiatasoon luoden samalla hyvät sisäolosuhteet.

1.2 Työn rajausta ja rakenne

Tässä työssä on kolme päälukua, joissa käsitellään työn keskeisiä osakokonaisuuksia. Asiat käsitellään lähdemateriaaleista kerätyn teorian sekä haastatteluista ja kyselyistä saatujen tuloksien vuoropuheluna. Ensimmäisessä osassa eli luvussa 2 käydään läpi eri sisäilmastotekijät, sekä se, miten siivous ja talotekniikka, joko yhdessä tai erikseen, vaikuttavat sisäilmastotekijöihin. Vaikutus voi olla parantava tai huonontava, suora tai epäsuora.

Luvussa 3 käydään läpi, millaisia taloteknisiä järjestelmiä kannattaisi suunnitella ja toteuttaa, jotta ne loisivat mahdollisimman hyvät ja terveelliset sisäilmaolosuhteet, ja jotta niiden puhtaanapito olisi mahdollisimman yksinkertaista.

Neljännessä luvussa käydään läpi, kuinka siivoustyön tulosta ja toisaalta myös tehokkuutta voitaisiin parantaa. Luvussa selvitetään, miten siivouksen hankintaprosessin eri osat ja vaiheet voivat vaikuttaa siivouksen laatuun ja sitä kautta myös sisäilmaan.

Yhteenveto-osuudessa kerätään yhteen aiempien lukujen keskeisimmät ehdotukset. Lukuun sisältyy myös listaus kaikista työssä ehdotetuista helposti puhdistettavista taloteknisistä ratkaisuista. Taulukkomuotoinen lista on laadittu avuksi talotekniikan suunnitteluun.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Suurin osa tätä työtä oli tietojen keräämistä eri lähteistä. Tässä työssä on käytetty hyväksi yli 30:n eri tutkimuksen tuloksia, ja lähteitä on yhteensä yli 120. Laajan lähdeluettelon lisäksi opinnäytetyössä on käytetty hyödyksi myös siivoustyötä tekevien ihmisten kokemuksia ja mielipiteitä. Niitä kerättiin sekä teemahaastatteluilla että sähköisellä kyselyllä.

1.3.1 Haastattelut

COMBI-hankkeeseen on valittu erilaisia case-kohteita auttamaan uusien ratkaisujen ja toimintatapojen kehittämisessä. Opinnäytetyötä varten toteutuneiden ja valmistumassa

olevien palvelurakennuksien case-kohdelistauksesta valittiin kolme Pirkanmaalla sijaitsevaa koulurakennusta, joiden siivoushenkilökuntaa haastateltiin. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina 26.1.2016, 27.1.2016 ja 2.2.2016.

Ensimmäinen kohde oli vuosina 2010-2012 laajennettu alakoulu, jonka yhteydessä toimii myös päiväkotia. Oppilaita koulussa on n. 280. Kohteessa haastateltiin yhteensä kolmea rakennuksen puhdistus- ja ruokapalvelutyöntekijää. Haastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna. Toinen kohde oli vuonna 2012 valmistunut lukiorakennus, jossa on lähes 400 opiskelijaa. Haastateltavana oli yksi kohteessa työskentelevä laitoshuoltaja. Kolmas kohde oli noin kolme vuotta sitten valmistunut koulukeskus, jonka yhteydessä toimii myös päiväkotia. Alakoulussa on noin 130 oppilasta. Haastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna, jossa oli mukana neljä rakennuksen siivouksesta vastaavaa palvelutyöntekijää.

Haastattelut tehtiin nimettöminä. Haastatteluissa kysyttiin puhtauspalveluhenkilökunnan työaikoja, toimenkuvia, työnantajalta saatua perehdytystä, annettuja ohjeistuksia ja omia mielipiteitä talotekniikan ja yläpölyjen siivouksesta, mielipidettä omaa työtä parantavista ja huonontavista tekijöistä sekä ajatuksia siivoojan toimenkuvan laajentamisesta olosuhdehuolehtijaksi.

Haastatteluiden keskeisimmät vastaukset on esitetty kootusti liitteissä 1-3, minkä lisäksi ne on käsitelty aihekohtaisesti kutakin asiaa käsittelevässä luvussa. Haastatteluista saatuja vastauksia on käytetty työssä hyväksi sekä nykytilanteesta kerrottaessa että parannusehdotuksia esitettäessä.

1.3.2 Sähköinen kysely

Haastatteluiden lisäksi tehtiin selainpohjainen kysely, jonka tarkoituksena oli kartoittaa talotekniikan puhtaanapidon työmenetelmiä ja siivoustaajuutta. Kyselyllä pyrittiin selvittämään myös, millaisena siivoojat kokevat sisäilman laadun siivousaikana ja mitkä asiat vaikuttavat siivoustyön tuloksiin. Linkki kyselyyn lähetettiin HH-Kiinteistöpalvelut Oy:n siivoustyöntekijöille sekä Oikeutta Siivoojille -liikkeelle. Vastauksia saatiin 13 kappaletta, ja ne on esitetty liitteessä 4.

2 SISÄILMASTO

2.1 Yleistä

Sisäilmasto on monen tekijän summa. Sisäilmaston muodostavat rakennusten sisällä oleva ilma, sen sisältämät epäpuhtaudet sekä ihmisten viihtyvyyteen ja terveyteen vaikuttavat muut fysikaaliset tekijät, kuten valaistus, melu ja säteily. Koska ihmiset ovat jopa 90 % ajastaan sisätiloissa, tilojen sisäilmasto on yksi tärkeimmistä terveyteen, viihtyisyyteen ja tuottavuuteen vaikuttavista tekijöistä. (Ripatti ym. 2002, 7; Kakko & Aulanko 2003, 5; Korhonen & Lintunen 2003, 13, 23; Sisäilmayhdistys ry 2008f; Sisäilmaopas 2012, 3.)

Siivous on tärkeä sisäilmatekijä. Oikein suoritettuna siivous voi parantavaa merkittävästi sisäilman laatua, mutta virheellisesti tehtynä siivous voi heikentää sitä. (Siivous parantaa sisäilman laatua... 2000, 13; Kakko & Aulanko 2003, 6.)

Sama pätee myös talotekniikkaan; hyvin suunniteltu, toteutettu ja huollettu talotekniikka on avaintekijä hyvään sisäilmastoon. Jos taas talotekniikka on huolimattomasti suunniteltu, huonosti toteutettu tai välinpitämättömästi huollettu, se voi aiheuttaa melua, vetoa ja epämiellyttäviä lämpöolosuhteita sekä levittää epäpuhtauksia, lisätä niiden pitoisuuksia ilmassa ja jopa edesauttaa mikrobikasvua. (Ripatti ym. 2002, 7; Korhonen & Lintunen 2003, 47, 78-81; Holopainen ym. 2008, 11-13; Säteri & Koskela 2014, 37, 41, 47.)

Seuraavissa alaluvuissa on eritelty sellaisia sisäilmastotekijöitä, joihin siivous ja talotekniikka, yhdessä tai erikseen, vaikuttavat joko suoraan tai epäsuorasti. Vaikutus voi olla parantava tai huonontava. Listauksesta on jätetty pois sellaiset tekijät, joiden vaikutus olosuhteisiin on ilmiselvä, kuten esimerkiksi valaisinten vaikutus valon määrään tai ilmanvaihdon vaikutus tilojen ilmavirtoihin. Käsittelemättä on jätetty myös sellaiset sisäilmastotekijät, joihin siivouksen tai talotekniikan ei voida katsoa vaikuttavan.

2.2 Kaasumaiset epäpuhtaudet

Sisäilman kaasumaiset yhdisteet jaotellaan usein joko orgaanisiksi tai epäorgaanisiksi. Sisäilmassa esiintyviä epäorgaanisia kaasumaisia yhdisteitä ovat mm. hiilidioksidi, hiilimonoksidi (häkä), otsoni ja ammoniakki. (Rundt, Backlund & Paakkola 2005.)

Sisäilman orgaaniset yhdisteet (OCIA = organic compounds in indoor air) on jaoteltu neljään ryhmään kiehumispisteensä mukaan (Rundt ym. 2005) (taulukko 1).

Taulukko 1. Sisäilman orgaaniset yhdisteet

Lyhenne	Selite	Kiehumispiste
VVOC	very volatile organic compounds	0 – 100 °C
	erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet	
VOC	volatile organic compounds	50 – 260 °C
	haihtuvat orgaaniset yhdisteet	
SVOC	semivolatile organic compounds	240 – 400 °C
	puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet	
POM	particulate organic matter	> 380 °C
	partikkeleihin sidotut orgaaniset yhdisteet	

Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut kaksi asetusta, joissa on määritelty raja-arvoja sisäilman kaasumaisten yhdisteiden pitoisuuksille. Työpaikan ilman epäpuhtauksien haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) on tarkoitettu arviointityökaluksi työpaikan ilman puhtautta ja työntekijöiden altistumista selvitetäessä (HTP-arvot 2014, 3). HTP-arvoissa on listattu kaasu- ja höyrymäisten epäpuhtauksien haitallisten pitoisuuksien lisäksi raja-arvot myös hiukkasmaisille ilman epäpuhtauksille.

Vaikka HTP-arvot on tarkoitettu työpaikkojen ilman puhtauden arviointiin, koulurakennuksien voidaan katsoa kuuluvan rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan ”tavanomaisiksi tiloiksi”. Rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan ammoniakia, amiineita, asbestia, formaldehydiä, hiilimonoksidia, PM₁₀-hiukkasia, radonia ja styreeniä lukuun ottamatta tavanomaisissa tiloissa epäpuhtauksien pitoisuudet voivat olla yleensä korkeintaan 1/10 HTP-arvoista (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 7).

Koulurakennuksien terveydellisten olosuhteiden valvontaan voidaan soveltaa myös toista sosiaali- ja terveysministeriön antamaa asetusta. Asumisterveysasetuksen (2015) fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten altistumistekijöiden toimenpiderajat on tarkoitettu asuntojen ja muiden oleskelutilojen, kuten koulujen ja päiväkotien terveydellisten olosuhteiden valvontaan (Asumisterveysasetus 545/2015, 1 §, 10 §). Kaasumaisten yhdisteiden ja hiukkasmaisten epäpuhtauksien lisäksi asetuksessa määritellään mm. melutasoja, ilmanvaihdollisia asioita ja lämpö- ja kosteusolosuhteita. Asumisterveysasetuksessa on myös määritelty hyväksytyt mittausmenetelmät sekä ulkopuolisen asiantuntijan pätevyysvaatimukset. Asumisterveysasetuksen mukaan uudet mittausmenetelmät tulee osoittaa luotettaviksi ja toistettaviksi sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymän toimijan toimesta. (Asumisterveysasetus 545/2015, 1-12.)

Ilman laadun tavoitearvoja on listattu myös Rakennustietosäätiön julkaisemassa Sisäilmastoluokitus 2008:ssa. Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) antaa sisäilmastoluokkien mukaiset enimmäisarvot radonin ja hiilidioksidin pitoisuuksille ilmassa. Aiemmassa, vuonna 2001 julkaistussa Sisäilmastoluokitus 2000:ssa ilman laadun tavoitearvot oli annettu radonin ja hiilidioksidin lisäksi ammoniakille ja amiineille, formaldehydille, VOC-yhdisteille, hiilimonoksidille, otsonille, mikrobeille ja PM₁₀ – hiukkaspitoisuudelle. Rakennusmateriaalien päästöluokitusvaatimukset ovat kuitenkin samanlaiset sekä uudemmassa että vanhemmassa Sisäilmastoluokituksessa. Rakennusmateriaalien päästöluokitusten vaatimuksissa on eritelty raja-arvot mm. ammoniakin, formaldehydin ja VOC-yhdisteiden emissioille. (Sisäilmastoluokitus 2000 2001, 6, 14; Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 17.)

Sisäilmastoluokitusta ollaan juuri nyt päivittämässä. Uuteen luokitukseen tullaan uudistamaan mm. rakennusten ja laitteiden puhtausluokitus. Puhtauden varmistamiseen ja käytännön mittaamiseen liittyvää tutkimusta on tehty, ja se otetaan Sisäilmayhdistyksen toiminnanjohtajan Jorma Säterin mukaan huomioon jatkokehitystyössä. (Kukkonen 2014.)

2.2.1 VOC-yhdisteet

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) on sisäilmassa satoja. Niistä yleisimpiä ovat alkaanit, terpeenit, aromaattiset hiilivedyt, halogenoidut yhdisteet, aldehydit, ketonit, alko-

holit ja esterit. Suurin osa VOC-yhdisteistä on peräisin rakennusmateriaaleista. VOC-yhdisteiden pitoisuutta sisäilmassa lisäävät myös ihmisen aineenvaihdunta, tupakointi, kemikaalien käyttö ja ulkoilman saasteet. (Rundt ym. 2005.)

Yleisimpiä VOC-yhdisteiden aiheuttamia terveyshaittoja ovat silmien ja limakalvojen ärsytysoireet sekä päänsärky. Lisäksi VOC-yhdisteiden hajuhaitat vähentävät viihtyisyyttä. (Fineko Chemicals Oy.)

Koska VOC-yhdisteitä on satoja, ja yksittäisten yhdisteiden normaalit pitoisuudet ilmassa vaihtelevat suuresti, sisäilmasta määritellään usein haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä eli TVOC (Total volatile organic compounds). Yhdisteiden haitallisuudet ovat kuitenkin eritasoisia, joten kohonneesta kokonaispitoisuudesta on hankala tehdä suoria terveydellisiä johtopäätöksiä. (Rundt ym. 2005.)

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan terveyshaitta pitää selvittää ja tarvittaessa poistaa tai rajoittaa, jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus huoneilmassa ylittää $0,4 \text{ mg/m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen pitoisuuden toimenpideraja on poikkeuksia lukuun ottamatta $0,05 \text{ mg/m}^3$. Poikkeukset ovat 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyaatti (TXIB) ($0,01 \text{ mg/m}^3$), 2-etyyli-1-heksanoli (2EH) ($0,01 \text{ mg/m}^3$), naftaleeni ($0,01 \text{ mg/m}^3$) ja styreeni ($0,04 \text{ mg/m}^3$). (Asumisterveysasetus 545/2015, 2§, 15§.)

Rakennusmateriaalien VOC-emissiota on kahdenlaista; primääri- ja sekundaariemissiota. Primääriemissio syntyy tuotteiden valmistusprosessista peräisin olevista reaktio- ja hajoamistuotteista sekä liuotin- ja raaka-ainejäämistä. (Fineko Chemicals Oy; Rundt ym. 2005.) Primääriemissioiden tasot voivat olla haitallisen korkealla jopa puolen vuoden ajan rakennuksen valmistumisen tai korjauksen jälkeen (Rundt ym. 2005). Siksi on erityisen tärkeää huolehtia ilmanvaihdosta. Ilmanvaihtojärjestelmän tulisi olla jatkuvasti käytössä vuoden ajan rakennuksen käyttöönoton jälkeen (Ripatti ym. 2002).

Sekundaariemissiota syntyy materiaalien hajoamisesta kosteuden, otsonin, kuumuuden, UV-valon, huoltotoimien ja kulumisen aiheuttamana (Rundt ym. 2005). Erityisesti lastulevyn, tasoiteaineiden, vesiohenteisten maalien ja PVC-materiaalien aiheuttamat päästöt kasvavat niiden kostuessa (Fineko Chemicals Oy). Aiemmin laajasti käytetyn PVC-muo-

vipehmittimen dietyyliheksyyliiftalaatin (DEHP) kitkerän-makean hajuista emissioyhdistettä 2-etyyli-1-heksanolia onkin pidetty kosteusvaurioindikaattorina (Rundt ym. 2005; Backlund, Talvitie, Lappalainen & Tuomi 2014, 149). Hajuhaitan lisäksi 2-etyyliheksanoli aiheuttaa hengitysteiden ja silmien ärsytysoireita (Rundt ym. 2005). Lisäksi DEHP on luokiteltu lisääntymiselle vaaralliseksi aineeksi (Kemikaalien EU-riskinarviointi ja -vähennys 2009), jonka vuoksi uusissa PVC-lattioissa DEHP onkin yleensä korvattu muilla pehmittimillä (Backlund ym. 2014, 149).

Lattialämmityksen käytöllä voi vaikuttaa muovimaton kosteusongelmiin varsinkin maanvastaisessa betonilaatassa. Kun lattialämmitys kytketään pois päältä, viilenevään betoniin siirtyy kosteutta maaperästä. Kun lattialämmitys kytketään takaisin päälle, betonilaattaan siirtynyt kosteus nousee lämmön vaikutuksesta ylöspäin ja tiivistyy muovimaton alle. Tämän vuoksi muovimaton alla olevaan betonilaattaan asennettua lattialämmitystä ei pitäisi koskaan kokonaan sammuttaa. (Työterveyslaitos 2011b; Sisäilmayhdistys ry 2008d.)

Muovimaton kosteusrasituksesta johtuvia sekundaariemissioita voi ehkäistä myös kiinnittämällä huomiota käyttöönottosiiivoukseen. Lattiapäällysteen on annettava kuivua riittävästi ennen käyttöönottosiiivousta, siivouksessa on vältettävä runsasta veden käyttöä ja pesun aikana on huolehdittava, ettei vesi pääse lattialistojen alta rakenteisiin (Andersson 2004, 30; Peltokorpi & Rynänen 2010, 59).

Siivouksella voi vaikuttaa myös linoleumlattioiden sekundaariemissioon. Linoleumin pesu liian runsaalla ja kuumalla vedellä voi aiheuttaa linoleumin hajoamista ja siten lisätä VOC-päästöjä, erityisesti karboksyylihapojen emissiota. (Andersson 2004, 30; Valvira 2011, 5.)

Siivousaineetkin saattavat lisätä sisäilman VOC-pitoisuuksia. Tyypillisiä tutkimuksissa esiin tulleita pesu-, puhdistus-, vahanpoisto- ja vahausaineiden VOC-yhdisteryhmiä ovat terpeenit, aldehydit, aromaattiset hiilivedyt, siloksaanit, karboksyylihapot ja alkoholit. (Henrics-Eckerman 1998, 6; Rundt ym. 2005; Hyttinen ym. 2015, 19-20.)

Hyttisen ym. (2015) tekemän tutkimuksen mukaan ylläpitosisiivouksen aikana koulurakennusten VOC-yhdisteiden pitoisuudet sisäilmassa nousivat hieman, mutta pysyivät silti reilusti toimenpiderajojen alapuolella. TVOC oli keskimäärin 0,1 mg/m³. Vahanpoiston ja vahauksen aikana VOC-yhdisteiden määrä oli merkittävästi koholla. TVOC-taso oli

vahanpoiston aikana kiinteiltä mittauspisteiltä mitattuna 2,7-7 mg/m³ ja hengitysvyöhykkeeltä mitattuna 14,1-15,7 mg/m³. Vahauksen aikana TVOC-tasot olivat 1,4-7,5 mg/m³. Pitoisuudet olivat koholla vielä vahauksen jälkeisenäkin päivänä, jolloin TVOC oli 0,88 mg/m³. (Hyttinen ym. 2015, 19-21.) Syy kohonneiden pitoisuuksien pitkäaikaisuuteen selittyy vahojen kuivumisprosessilla, joka kestää noin viikon (Suontamo 2002, 28).

Henrics-Eckermanin (1998) tutkimustulokset ovat samansuuntaisia. Hänen tutkimuksessaan ei määritelty yhdisteiden kokonaismäärää eli TVOC:ia, mutta yksittäin mitattujen VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat korkealla. Kuten uudemmassakin tutkimuksessa (Hyttinen ym. 2015, 20), myös Henrics-Eckermanin tutkimuksessa havaittiin vahanpoiston ja vahauksen lisäävän ilmassa olevien alkoholien määrää. Henrics-Eckermanin tutkimuksessa esiin nousseet korkeat pitoisuudet olivat mm. propanolilla (38 mg/m³), fenoksietanolilla (0,3-0,6 mg/m³), 2-(2-butoksietoksi)etanolilla (1,3 mg/m³) ja 2-(2-metoksietoksi)etanolilla (0,6-2,4 mg/m³). Myös Henrics-Eckermanin tutkimuksessa havaittiin kohonneita pitoisuuksia vahauksen jälkeisenä päivänä. (Henrics-Eckerman 1998, 10-14.) Henrics-Eckermanin tutkimuksessa esiintyneiden yhdisteiden nimet on vaihdettu uusimman HTP-luettelon mukaisiksi nimikkeiksi (HTP-arvot 2014, 63-76).

Siivous vaikuttaa epäsuorasti myös puolihaihtuvien yhdisteiden (SVOC) pitoisuuksiin. SVOC-yhdisteitä ovat mm. osa palonestoaineista ja palamisessa syntyvät polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet, jotka on todettu syöpää aiheuttaviksi. Huonomman haihtuvuuden vuoksi SVOC-yhdisteet tiivistyvät pölyhiukkasten pinnoille ja varastoituvat huonepölyyn. Siivouksen avulla voidaan konkreettisesti sitoa tämä epäpuhtauksien varastona toimiva pöly. (Rundt ym. 2005; Sisäilmayhdistys ry 2008b.)

2.2.2 Formaldehydi

Formaldehydi eli metanaali on väritön kaasu, jolla on pistävä haju. Formaldehydi on aldehydeihin kuuluva erittäin haihtuva orgaaninen yhdiste (VVOC). Sen tiedot ja raja-arvot esitetään usein muista aldehydeistä erillään sen erityisen haitallisuuden vuoksi. Formaldehydi voi aiheuttaa ylähengitysteiden ja silmien ärsytysoireita pieninäkin pitoisuuksina. Formaldehydi on mutageeninen aine, ja se on aldehydeistä kaikkein ärsyttävin. Sen on osoitettu aiheuttavan nenäsyöpää rotilla, ja kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on arvioinut sen aiheuttavan syöpää myös ihmisessä. Suomessa ei ole kuitenkaan todettu

yhtään formaldehydin aiheuttamaa syöpää. (Asumisterveysopas 2009, 133; Työterveyslaitos 2010a; Työterveyslaitos 2011a; Työterveyslaitos 2014b.)

Sisäilman formaldehydipitoisuudelle on annettu raja-arvoja monelta taholta. Työpaikalla 8 tunnin HTP-arvoksi on annettu $0,37 \text{ mg/m}^3$ ja hetkellisen pitoisuuden kattoarvoksi $1,2 \text{ mg/m}^3$ (HTP-arvot 2014, 28). Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan sisäilman formaldehydipitoisuuden vuosikeskiarvo ei saa ylittää $0,05 \text{ mg/m}^3$, eikä lyhyen ajan keskiarvo-pitoisuus 30 minuutin mittauksen aikana saa ylittää $0,1 \text{ mg/m}^3$ (Asumisterveysasetus 545/2015, 16 §). Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2012) antaa myös suunnittelun ohjearvoksi enimmäispitoisuuden $0,05 \text{ mg/m}^3$ (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 7).

Suurin formaldehydilähde sisätiloissa ovat rakennusmateriaalit, erityisesti lastulevyt ja muut ureaformaldehydiliimalla sidotut puristepuuvalmisteet, kuten jotkut parketit, lamiinaatit ja paneelit. Formaldehydiä käytetään myös mineraalivillan valmistuksessa. Formaldehydiä vapautuu sisäilmaan, kun rakennus- ja eristemateriaalien formaldehydipitoisen sidoshartsin hajoaa lämmön ja kosteuden vaikutuksesta. Mitä kosteampaa ja lämpimämpää on, sitä enemmän formaldehydiä vapautuu. (Sisäilmayhdistys ry 2008b; Työterveyslaitos 2010a.)

Riittämättömät ja huonosti toimivat talotekniset järjestelmät saattavat aiheuttaa sisätiloihin niin kosteat ja lämpimät olosuhteet, että ne edesauttavat hartsin hajoamista ja formaldehydin vapautumista. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän mineraalivillaa sisältävät komponentit voivat olla jo itsessään formaldehydilähteitä, varsinkin jos laiminlyödään Sisäilmastoluokituksessa (2009) olevaa ohjeistusta siitä, että ilmanvaihtojärjestelmän vaimennus- ja eristemateriaalit eivät saa päästä kostumaan eikä suodatin saa olla kosketuksissa minkään mahdollisesti kostean osan kanssa (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 16, 19).

Liiallinen veden käyttö siivouksessa voi aiheuttaa pintamateriaalien ja rakenteiden kosteusvaurioita (Kakko & Aulanko 2003, 6, 18; Kääriäinen & Kivikallio 2010, 49). Kiintokalusteiden lastulevyiset sokkelit, jalka- ja lattialistat sekä muut seinän ja lattian väliset rajapinnat ovat erityisen alttiita kostumaan siivouksessa käytetystä vedestä. Materiaalien kostuminen taas lisää formaldehydipäästöjä. Veden käytön minimointi siivouksessa ehkäisee kosteusongelmia (Kakko & Aulanko 2003, 18), ja sitä kautta se ennaltaehkäisee myös formaldehydin ylimääräistä vapautumista sisäilmaan.

2.2.3 Ammoniakki

Ammoniakki on pistävän hajuinen, väritön kaasu. Se aiheuttaa ärsytystä hengitysteissä ja silmissä, ja pitkäaikainen altistuminen sille voi aiheuttaa hengitysteiden sairauksia. (Työterveyslaitos 2014a.)

Sosiaali- ja terveysministeriö on säätänyt työpaikan ilman ammoniakkipitoisuuden ohje-
raja-arvoksi 8 tunnin altistumisessa 14 mg/m^3 ja 15 minuutin altistumisessa 36 mg/m^3 (HTP-arvot 2014, 19). Rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) antama suunnitellun ohjearvo enimmäispitoisuudelle on $0,02 \text{ mg/m}^3$ (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012,7). Sisäilman tavallinen ammoniakkipitoisuus on n. $0,01\text{-}0,02 \text{ mg/m}^3$ (Asumisterveysopas 2009, 131).

Emäksisyytensä takia ammoniakkin vesiliuosta käytetään pesu- ja puhdistusaineissa lisäämään pesutehoa ja pehmentämään vettä (Valkosalo 2010, 111) sekä lattiavahoissa säätämään pH-arvoa (Henrics-Eckerman 1998, 8). Ammoniakkia käytetään siivoustarkoituksessa vain pieninä pitoisuuksina (Valkosalo 2010, 114), joten oikein annosteltuna ammoniakkipitoisten pesu- ja puhdistusaineiden ei pitäisi merkittävästi nostaa ilman ammoniakkipitoisuutta.

Henrics-Eckermanin (1998) tekemässä tutkimuksessa vahauksen vaikutuksesta sisäilman laatuun mitattiin ammoniakkin pitoisuutta ilmassa vahanpoiston ja vahauksen aikana. Mittausten korkein ammoniakkipitoisuus ($2,7 \text{ mg/m}^3$) mitattiin vahan levityksen aikana. Pienin mitattu ammoniakkipitoisuus oli alle $0,04 \text{ mg/m}^3$, ja se mitattiin vahanpoiston aikana. (Henrics-Eckerman 1998, 10-11.)

Suurin mittaustulos oli yli 1/10 8 tunnin HTP-arvosta, mutta jäi alle kymmenekseen 15 minuutin HTP-arvosta. Pieninkin mittaustulos ylitti kuitenkin rakentamismääräyskokoelman osan D2 erikseen määrittelemän, tiukemman ohjearvon. Vahauksen voitaisiin katsoa vaikuttavan haitallisesti sisäilman ammoniakkipitoisuuksiin myös sillä perusteella, että Asumisterveysoppaan määrittelemä, tavanomainen pitoisuusarvo ylittyi.

Vaikka Henrics-Eckermanin (1998) tutkimus on tehty liki 20 vuotta sitten, tutkimuksessa käytettiin vesivahoja, joiden ammoniakkipitoisuus oli maksimissaan 0,66 % (Henrics-Eckerman 1998, 9, liite 1, liite 2). Myös nykyisissä vesivahoissa käytetään synteettisiä

polymeerejä, jotka voivat sisältää ammoniakkia (Kähkönen 2016). Valmistajat eivät kuitenkaan yleensä kerro tarkkaa ammoniakkipitoisuutta, vaan käyttävät merkintää <1 %, mikä Henrics-Eckermanin tutkimuksen perusteella riittäisi nostamaan hengitysilman ammoniakkipitoisuutta.

Normaalisti toimivan talotekniikan ei pitäisi tuottaa sisäilmaan merkittäviä määriä ammoniakkia. Asumisterveysoppaan (2009) mukaan kosteus- tai viemärivero voi kuitenkin aiheuttaa ammoniakkipitoisuuden kohoamista sisäilmassa. Tämän vuoksi sisäilman haistessa kosteuden ja lämpötilan muutosten mukaan joko pistävälle tai mädälle, tulisi sisäilman ammoniakkipitoisuus mitata ja mahdollisesti kohonneen pitoisuuden syy selvittää. (Asumisterveysopas 2009, 131.)

2.2.4 Otsoni

Otsoni on voimakkaasti hapettava ja kemiallisesti aktiivinen kaasu, jolla on epämiellyttävä, pistävän raikas haju. Otsoni on reaktiivisin hengitysteihin vaikuttava kaasu, ja se voi aiheuttaa mm. kurkun ärsytystä, yskää, rintakipua, hengenahdistusta, astman oireiden pahenemista, keuhkojen puhallusarvojen heikkenemistä, tulehdusmuutoksia keuhkokudoksessa, hengitysinfektioiden yleistymistä ja silmien ärsytystä. Otsoni on haitallista pieninäkin pitoisuuksina. (Otsonaattoreita ei saa markkinoida sisäilman... AsteInfo 2/2006, 3; Sisäilmayhdistys ry 2008b; Sisäilmaopas 2012, 11.)

Otsonin pääasiallinen lähde on ulkoilma, mutta sisäilman otsonipitoisuutta voivat lisätä otsonia tuottavat laitteet, kuten lasertulostimet, kopiokoneet, ilmalämpöpumput ja ilmanpuhdistimet. Ihmisten oleskelutiloissa ei tulisi käyttää otsonia tuottavia laitteita. (Sisäilmayhdistys ry 2008b; Sisäilmaopas 2012, 11.)

Koska otsoni on voimakas hapetin, sitä käytetään desinfiointiaineena talous- ja uimaveden sekä teollisuuden ja jätevesilaitosten poistoilman puhdistuksessa sekä ruuan steriloinnissa (Tontti 2015, 21). Lyhytaikaista otsonointia käytetään myös hajujen poistoon esimerkiksi savuvauriutilanteissa. Työterveyslaitos ja Terveystieteiden tutkimuskeskus (2016) eivät suosittele otsonointia homevaurioiden korjaamiseen, sillä suurelta osin otsonipitoisuudet (100–1000 ppm) eivät pysty tuhoamaan kaikkia sieni- tai bakteeriorganis-

meja rakennusmateriaalien pinnalta tai sisältä, vaan saattavat sen sijaan vaikuttaa haitallisesti pintoihin ja materiaaleihin vanhentaen ja haalistaen niitä (Työterveyslaitos & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2016, 1-2). Otsonoinnissa pitoisuudet ovat niin korkeita, että tiloissa ei tulisi oleskella kahteen vuorokauteen käsittelyn jälkeen. (Hengityслиitto; Työterveyslaitos & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2016, 3.)

Markkinoilla on myös jatkuvatoimisia, otsonia sisäilmaan tuottavia ilmanpuhdistimia, jotka voivat olla terveydelle vaarallisia (Hengityслиitto). Sosiaali- ja terveysministeriö onkin lausunnossaan (STM/2703/2005) todennut, että otsonia tarkoituksella sisäilmaan tuottavia laitteita ei tule käyttää asunnoissa, päiväkodeissa eikä kouluissa, eikä otsonaattoreita saa markkinoida viittaamalla otsonin edullisiin terveysvaikutuksiin. STM:n lausunnon mukaan ihmiselle turvallisilla otsonipitoisuuksilla mikrobit ja homeitiöt eivät tuhoudu. Sen sijaan otsoni reagoi sisäilman kemiallisten yhdisteiden kanssa tuottaen lisää haitallisia yhdisteitä. Otsonointi ei myöskään poista ilmasta allergisoivia pölyjä eikä formaldehydia, vaan voi sen sijaan lisätä pienhiukkasten määrää sisäilmassa. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2006, 1-2.)

Otsonin desinfioivaa puhdistustehoa on alettu käyttää myös otsonoidun veden muodossa. Otsonoidun veden tehosta löytyy kaksi tuoretta tutkimusta. Anna Tontti (2015) tutki opinnäytetyössään otsonoidun veden tehoa ylläpitosiivouksessa. Itä-Suomen yliopiston, Suomen kuntaliiton ja puhtausalan asiantuntijoiden muodostama tiimi (Hytinen ym. 2015) tutki Työsuojelurahaston rahoittamassa hankkeessa siivousalan työolosuhteita. Tutkimuksessa selvitettiin myös otsonoidun veden toimivuutta siivouksessa.

Tontin (2015) tutkimuksen mukaan otsonoidun veden puhdistusteho on parhaimmillaan sileillä ja tasaisilla ruostumattomasta teräksestä ja muovista valmistetuilla pinnoilla. Huonosten puhdistuivat huokoiset ja epätasaiset pinnat, kuten saunaosaston lattialaatat ja saunan lauteet. Tutkimuksessa todettiin, että otsonoitu vesi tulisi käyttää viimeistään kahden tunnin kuluessa valmistuksesta, sillä otsoni hajoaa vedessä nopeasti. Siivoojien kokemuksen mukaan mekaanista hankausta jouduttiin lisäämään, jotta puhdistustulos oli riittävä. (Tontti 2015, 44, 52-53, 55.)

Hytinen ym. (2015) päätyivät samaan tulokseen otsonin nopeasta hajoamisesta vedestä. Tutkimuksen mukaan otsonoitu vesi on tehokasta korkeintaan tunnin ajan sen tuottami-

sesta. Tutkimuksessa mitattiin myös otsonoidun veden valmistuksen ja käytön aiheuttamat muutokset ilmanlaadussa. Tutkimuksen mukaan otsoniveden tuotto aiheutti siivoukskeskuksen ilman otsonipitoisuuden nopean nousun. Pitoisuus ylitti hetkellisesti sekä 8 tunnin että 15 minuutin HTP-arvot, mutta laski nopeasti. Otsonoidun veden käyttö siivouksessa ei nostanut ilman otsonipitoisuuksia. Siivoojien mukaan otsonoitu vesi ei tehonnut pinttyneeseen likaan. (Hytinen ym. 2015, 4, 30.)

2.2.5 Hiilidioksidi

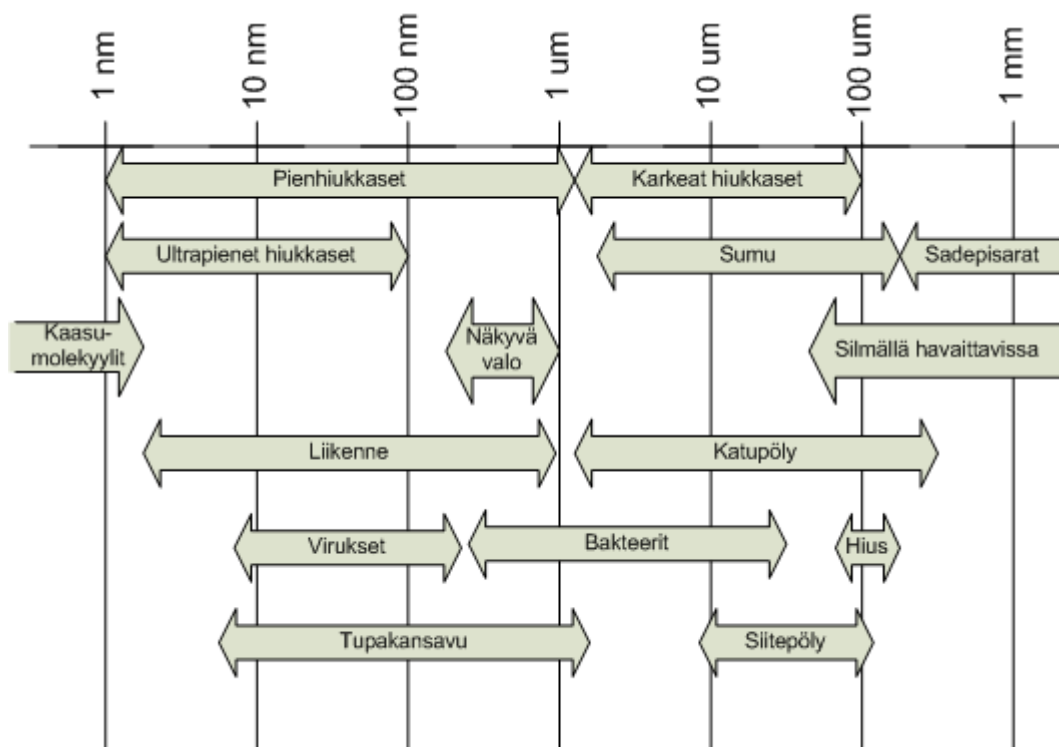
Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pohjana on ulkoilman hiilidioksidipitoisuus, joka on Suomessa n. 350 ppm. Sisätiloissa ilman hiilidioksidipitoisuutta nostaa ihmisten hengitysilmä. Jos ilmanvaihto ei ole riittävä, ilman hiilidioksidipitoisuus nousee. Korkea hiilidioksidipitoisuus koetaan tunkkaisuutena, ja se voi aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työtehon alenemista. (Sisäilmayhdistys ry 2008b; Asumisterveysopas 2009, 134; Sisäilmaopas 2012, 11.)

Asumisterveysasetuksessa (2015) asetettu toimenpideraja ylittyy, jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus on 1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus, eli 1500 ppm. Rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan hiilidioksidin pitoisuus sisäilmassa tulisi olla enintään 1200 ppm. Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) luokittelee ilman tyydyttäväksi (S3-luokka), jos hiilidioksidipitoisuus on 900–1200 ppm. Hyvän sisäilman (S2) hiilidioksidipitoisuuden raja-arvo on 900 ppm ja erittäin hyvän (S1) 750 ppm. (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 4, 6; Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 7; Asumisterveysasetus 545/2015, 8 §.)

2.3 Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Sisäilmassa leijaillevista aerosolihiukkasista pienimpiä kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) aerodynaaminen halkaisija on alle 10 μm . Hengitettävät hiukkaset jaotellaan kokonsa mukaan vielä kolmeen ryhmään. Karkeiden hiukkasten halkaisija on 2,5–10 μm , pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) alle 2,5 μm ja ultrapienien hiukkasten alle 0,1 μm . (Salonen & Pennanen 2006, 12; Hiukkastieto 2008d; Asumisterveysasetus 545/2015, 2 §.)

Kuvassa 1 on esitetty hiukkasmaisten epäpuhtauksien kokojakauma.



Kuva 1. Erilaisia hiukkaskokoja. (Kuva: <http://www.hiukkastieto.fi/node/78>)

Hiukkasen poistumista ilmastista johonkin pintaan tarttumalla kutsutaan depositioksi. Pinta voi olla mitä tahansa; ihmisen keuhkoputki, ilmansuodattimen kuitu tai luokahuoneen valaisinten yläpinta. Depositio mekanismeja ovat impaktio (törmäysvaikutus), interseptio (kosketusvaikutus), diffuusio, sedimentaatio (gravitaatiovaikutus) ja sähköstaattinen vuorovaikutus (Hinds 1999, 191-192; Hiukkastieto 2008a; Hiukkassuodatuksen peruskäsitteet 2012, 4).

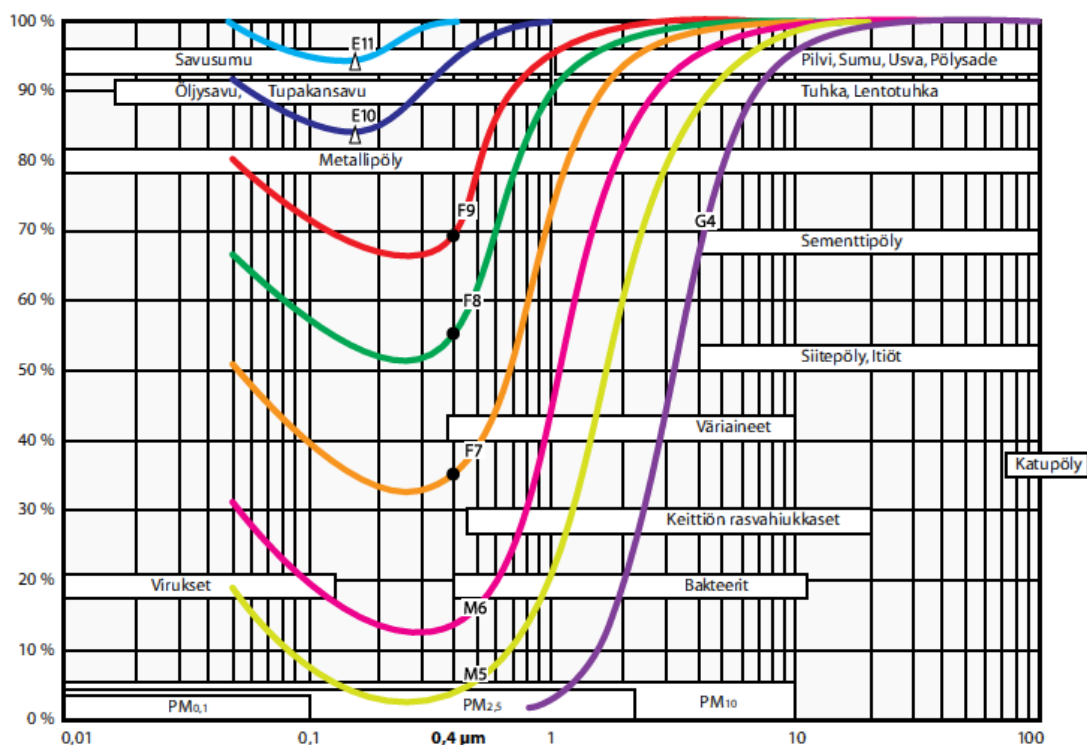
Kerran pintaan kiinnittyneet hiukkaset saattavat tempautua virtauksien vaikutuksesta uudestaan ilmaan. Tätä deposition vastakohtaa kutsutaan resuspensioksi. Helpoiten resuspensioituvat halkaisijaltaan yli 1 μm hiukkaset. Tätä pienemmät hiukkaset jäävät yleensä pinnan läheisen virtausmekaanisen rajakerroksen alle. Lisäksi hiukkasta kiinni pitävän voiman suhde sitä irrottavaan voimaan on sitä suurempi, mitä pienempi hiukkanen on. (Hinds 1999, 144.)

Hiukkasen koko ja ilmavirran nopeus vaikuttavat eri depositio mekanismien suhteelliseen merkitykseen. Suuret ja hitaat hiukkaset deponoituvat eniten impaktiolla. Suurimassaisina

ne eivät pysty seuraamaan ilmavirtoja, vaan törmäävät pintaan. Pienemmät, ilmavirtoja seuraavat hiukkaset sivuavat pintaa ja lopulta deposoituvat interseptiolla. Alle 1 µm hiukkasiin vaikuttaa eniten Brownin liike, jolloin ne alhaisempaa hiukkaspitoisuutta hakiesaan (diffuusio) koskettavat pintaa ja tarttuvat siihen. (Hinds 1999, 194; Hiukkastieto 2008a; Hiukkastieto 2008c; Hiukkassuodatuksen peruskäsitteet 2012, 4.)

Hiukkasen koko vaikuttaa sen laskeutumisnopeuteen. Pienimmät, alle 1 µm hiukkaset leijailevat ilmassa pitkiä aikoja. Niiden laskeutumisnopeus on todella pieni, joten ilmavirran liikkeet ja diffuusio vaikuttavat niiden deposoitumiseen merkittävästi enemmän kuin sedimentaatio. (Hiukkastieto 2008e.) Suuremmat hiukkaset laskeutuvat pinnoille nopeasti, mistä ne voidaan poistaa siivouksella (Pesonen-Leinonen 2008, 20).

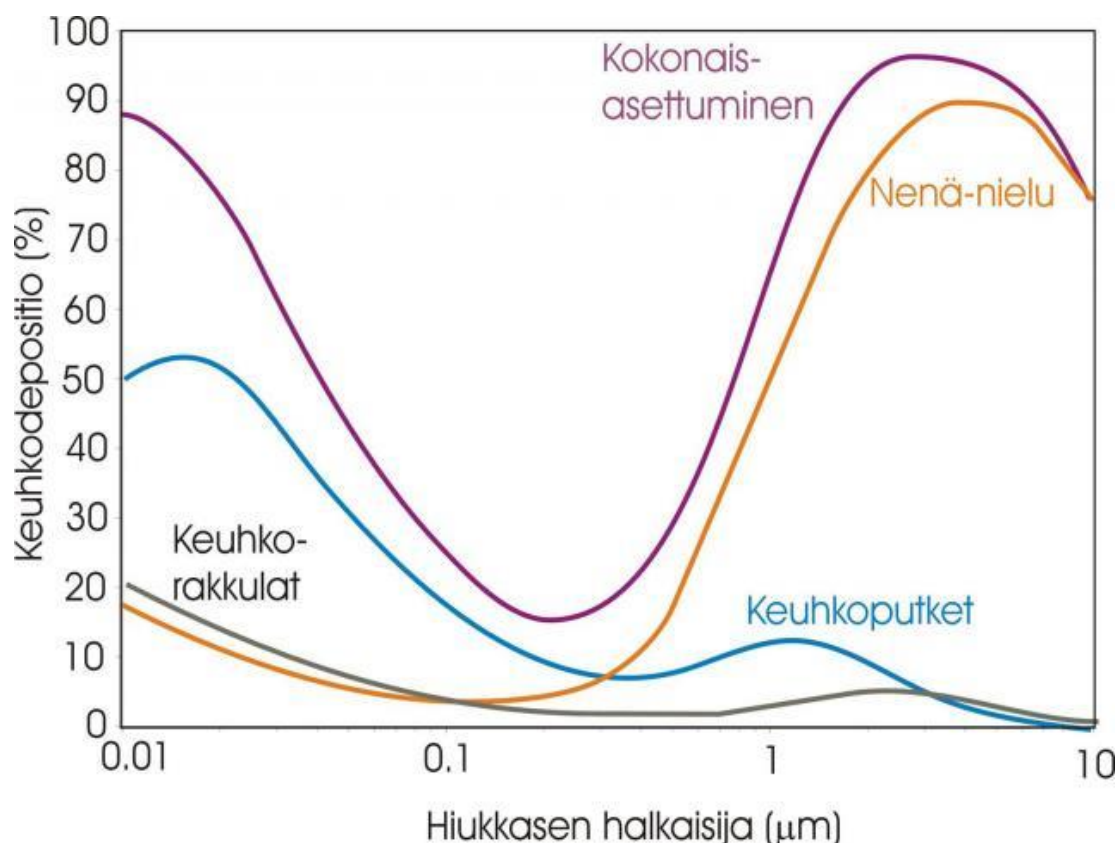
Heikoimmillaan depositiomekanismien yhteisvaikutus on 0,1-1 µm kokoisille hiukkasille (Hiukkastieto 2008a), mikä näkyy selkeästi kuvista 2 ja 3. Kuvassa 2 on esitetty ilman-suodattimien tyypillisiä erotusasteita, eli hiukkasten depositio suodattimissa ja kuvassa 3 on hiukkasten depositio hengityselimistön eri osissa.



Kuva 2. Ilman epäpuhtauksia ja ilmansuodattimien tyypilliset vähimmäiserotusasteet eri suodatusluokissa. Pisteillä ja kolmioilla on esitetty standardien EN 779:2012 ja EN 1822:2009 määrittelemä vähimmäistaso. (Hiukkassuodatuksen peruskäsitteet 2012, 5.)

Kuvasta 2 näkee, että heikoimmin suodattuvat 0,1-0,4 μm kokoiset hiukkaset. Kuitusuodattimien lisäksi myös sähkösuodattimen heikoin alue on n. 0,3 μm kokoiset hiukkaset (Talka 2006, 76). Jos ilmanvaihtolaitteiston suodattimena käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) ohjeistuksen mukaisesti F7-luokan kuitusuodatinta, 0,1-0,4 μm kokoisista hiukkasista yli 60 % pääsee suodattimen läpi sisäilmaan (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 11). Jos otetaan huomioon myös vuotoilma, luku on vielä suurempi. Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan vilkasliikenteisten teidän lähellä olevissa S1-luokan tiloissa tulee käyttää suodatustasoa F9 (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 15). Aiemmassa kuvassa 1 on esitetty liikennepäästöjen hiukkaskoot välille 0,003-1 μm , eli osa näistä liikennepäästöistä suodattuu F9-tason suodattimelakin alle 70-prosenttisesti.

Samat depositiomekanismit toimivat ilmansuodattimen lisäksi myös ihmisen hengityselimistössä. Kuvassa 3 kokonaisasettuminen käyrä osoittaa, että 0,1-0,4 μm kokoiset hiukkaset deponoituvat heikoiten myös ylä- ja alahengitysteissä.



Kuva 3. Hiukkasten depositio hengityselimistössä (Kuva: <http://hiukkas-tieto.fi/en/node/189>)

Kuvasta 3 näkee, että karkeista hiukkasista suurin osa jää hengitettäessä ylähengitysteihin eli nenän ja nielun alueelle. Ne poistuvat elimistöstä tuntien tai vuorokausien kuluessa. Pienhiukkasista 10–30 % jää alahengitysteiden keuhkoputkiin ja keuhkorakkuloihin, joista osa poistuu vasta vuosien kuluttua. Ultrapienistä hiukkasista kaikkein pienimmät jäävät ylähengitysteihin ja suuremmista puolet pääsee jatkamaan alahengitysteihin. Keuhkorakkuloiden pinnalle päätyneet ultrapienet hiukkaset voivat imeytyä verenkiertoon. (Salonen & Pennanen 2006, 12-13; Hiukkastieto 2008b.)

Vaikka kaikista hengitettävistä hiukkasista pienhiukkasten (0,1-2,5 µm) depositio hengityselimistöön on heikoin, se pienikin osuus on haitallinen. Kansanterveyslaitoksen entisen pääjohtajan, professori Jussi Huttusen (2012) mukaan hengitysilman PM_{2,5} -hiukkaset lisäävät sydänkohtausten ja aivoverenkierron häiriöiden vaaraa. Pitkäaikainen hiukkasaltistus voi lisätä kuolemanriskiä jopa 10–20 %, ja lyhytaikainenkin altistuminen kohottaa verenpainetta ja aiheuttaa sydämeen hapenpuutetta. Pienhiukkaset aiheuttavat elimistöön jatkuvan tulehdustilan sekä vaikuttavat autonomisen hermoston toimintaan ja sydämen sykkeen säätelyyn. Hiukkaset voivat aiheuttaa myös tyypin 2 diabetesta ja keuhkosairauksia. Ne saattavat heikentää muistia ja mahdollisesti aiheuttaa jopa dementiaa. (Huttunen 2012.)

Tärkein sisäilman pienhiukkasten lähde on ulkoilma. Hautamäki, Yli-Pirilä ja Pasanen (2006) selvittivät tutkimuksessaan sisäilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavia lähteitä rakennuksissa, joissa oli koneellinen ilmanvaihto. Tutkimuksen mukaan koulurakennuksessa hiukkasten sisälähteitä oli vain vähän (Hautamäki, Yli-Pirilä & Pasanen 2006, 141). Seuraavissa alaluvuissa on kuitenkin esitetty rakennuksissa esiintyviä orgaanisia ja epäorgaanisia hiukkasmaisia epäpuhtauksia.

2.3.1 Huonepöly

INSTA 800:2010 -standardin mukaan pöly on likaa, joka voi nousta ilmaan ilmapirran vaikutuksesta (SFS 5994 2012, 10). Huonepöly koostuu hienojakoisista pienistä hiukkasista, joiden halkaisija alle 100 µm sekä näiden hiukkasten pinnalle tiivistyneistä orgaanisista yhdisteistä. Tällaisia ainesosia ovat mm. hilseet, tekstiili- ja mineraalikuidut, al-

lergeenit, mikrobit ja niiden tuottamat orgaaniset yhdisteet (MVOC), materiaalien kulumisesta aiheutunut aines sekä VOC- ja SVOC-yhdisteet. (Kakko & Aulanko 2003, 7; Rundt ym. 2005; Pesonen-Leinonen 2008, 20.)

Siivous, kuten kaikki muukin ihmisen toiminta tiloissa, nostattaa pölyä pinnoilta ilmaan. Huiskivat liikkeet ja epäsystemaattinen työskentely nostavat ilman hiukkaspitoisuutta ja huonontavat sisäilman laatua. Rauhallinen, systemaattinen työskentely puhtaita ja pölynsidontakyvyltään hyviä työvälineitä käyttäen auttaa vähentämään tilassa olevia epäpuhtauksia tehokkaasti. (Kakko & Aulanko 2003, 6; Saarinen 2005; Kivikallio 2010, 46.)

Siivouksella pyritään poistamaan pinnoille laskeutunut pöly, jottei se nousisi uudestaan ilmaan. Onkin tärkeää pitää huoli, etteivät pintapölykertymät pääse muodostumaan tasopinnoilla liian suuriksi. (Pesonen-Leinonen 2000, 41.)

Useissa tutkimuksissa ylätasopinnot ovat olleet todella pölyisiä, eivätkä ne ole välttämättä kuuluneet ylläpitosiivouksen piiriin lainkaan. Lattioiden lisäksi myös tasopintojen puhdistamiseen tulisi kiinnittää huomiota. (Pesonen-Leinonen 2000, 35; Korhonen 2011, 178; Piiparinen 2013, 56; Markkanen, Villberg & Hyvärinen 2014, 78.)

2.3.2 Linoleumlattioiden vahan jauhaantuminen

Luonnonaineista valmistettu, helppohoitoinen ja kestävä linoleum on suosittu lattiamateriaali kouluissa. Uusia, pinnoitettuja linoleumlattioita ei tarvitse vahata, mutta vanhemmat lattiat suojataan vesivahoilla. (Peltokorpi & Ryyänen 2010, 64; Tarkett 2015a; Tarkett 2015b.)

Linoleumlattioiden vaha saattaa tietyissä olosuhteissa jauhaantua vaaleanharmaaksi pölyksi, joka ilmaan noustessaan voi aiheuttaa koululaisten silmien ja hengitysteiden ärsytysoireita. Jauhaantumisen syytä ei tiedetä tarkkaan, mutta on arveltu, että kosteus on avaintekijä ilmiöön. Jauhaantumista ilmenee pääasiassa talvisin, kun ilma on kuivaa. Vahan kuivumista edesauttavat myös virheelliset siivoustavat, kuten liian emäksisten pesuaineiden käyttö, liian märät työmenetelmät sekä liian kuumen veden käyttö. Vaha saattaa irrota pölynä pois myös silloin, jos vaha levitetään vähänkään kostealle pinnalle, tai jos lattiapintaan on käytetty liian vahvoja tai väärentyyppisiä vahanpoistoaineita. (Malmberg,

Leanderson, Nilsson & Flodin 2000, 498; Aulanko 2001, 161; Suontamo 2002, 28; Kakko & Aulanko 2003, 21; Saarinen 2005; Peltokorpi & Ryyänen 2010, 65.)

2.3.3 Epäorgaaniset kuidut

Sisäilman epäorgaaniset eli teolliset mineraalikuidut, kuten lasi- ja vuorivillakuidut ovat peräisin rakennuksen ja ilmanvaihtolaitteiston lämmön-, palon- ja ääneneristysmateriaaleista. Tiloissa saattaa olla rikkoutuneita tai pinnoittamattomia akustolevyjä, jotka toimivat kuitulähteinä. Tuloilmasuodattimista ja äänenvaimentimista irtoavat kuidut tulevat sisäilmaan tulokanaviston kautta. Rakenteiden sisällä olevien lämmöneristeiden kuituja taas saattaa kulkeutua sisäilmaan alipaineen vaikutuksesta. (Puhakka, Kärkkäinen, Korhonen & Hietanen 2006, 115; Sisäilmayhdistys ry 2008a; Työterveyslaitos 2010b.)

Teolliset mineraalikuidut voivat aiheuttaa ihon, silmien ja ylempien hengitysteiden ärsytysoireita. Oireet eivät ole pysyviä, vaan loppuvat altistuksen päättyessä. (Työterveyslaitos 2010b.)

Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista ilmavirtaan irtoavien kuitujen kokonaispitoisuus ei saa ylittää $0,1 \text{ kpl/m}^3$ (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 18). Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä saa olla teollisia mineraalikuituja maksimissaan $0,2 \text{ kuitua/cm}^2$ (Asumisterveysasetus 545/2015, 19 §).

Tärkeintä sisäilman kuitupitoisuuden pienentämisessä on tietenkin kuitupäästöjen vähentäminen. Jos kuitupäästöt ovat lähtöisin tuloilmajärjestelmästä, voidaan haitalliset mineraalivillarakenteet joko korvata päästöttömillä materiaaleilla tai pinnoittaa polymeerillä (Työterveyslaitos 2010b). Jos kuitupäästöt ovat peräisin rakenteista, jotka ovat kovin epätiivit, voi kuitujen siirtymistä sisäilmaan ehkäistä ongelmallisen tilan ylipaineistuksella. Tällöin tulee kuitenkin huomioida myös kosteuskonvektio ja mahdollinen kosteusvaurion riski.

Karkeat mineraalikuidut, joiden halkaisija on yli 3 µm, laskeutuvat pinnoille nopeasti (Sisäilmayhdistys ry 2008a). Ammattitaitoisella siivouksella voidaan poistaa nämä pinnoille laskeutuneet kuidut ja siten estää niiden nousu takaisin ilmaan ja siitä hengitysteihin.

2.3.4 Mikrobit

Mikrobeja eli mikro-organismeja ovat bakteerit, levät, hiivat, homeet, virukset ja loiset. Niitä on kaikkialla, ja suurin osa niistä on ihmiselle vaarattomia. Sisäilmasta puhuttaessa mikrobeilla tarkoitetaan usein mikrobivaurion aiheuttamaa mikrobialtistusta. Tällöin mahdollisia terveyshaittoja aiheuttavia home- ja hiivasieniä sekä bakteereja kasvaa kosteissa rakenteissa, ja mikrobeja, niiden aineenvaihduntatuotteita ja itiöitä kulkeutuu ihmisten oleskelutiloihin. Mikrobien aiheuttamat terveyshaitat ovat samanlaisia kuin muisakin sisäilmaongelmissa. Oireita ovat mm. silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireet, selittämätön kuumeilu, päänsärky, väsymys ja pahoinvointi. Pitkittynyt altistus voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa allergista nuhaa, astmaa, ihottumaa tai kroonisen keuhkoputkentulehduksen. (Asumisterveysopas 2009, 146, 152.)

Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen kosteutta, lämpöä ja ravinteita. Mikrobikasvu alkaa kasvualustan tasapainokosteuden ylittäessä 80 % (Asumisterveysopas 2009, 146). Tämä on siis eri asia kuin sisäilman suhteellinen kosteus. Ilman suhteellisen kosteuden ylittäessä 70 % mikrobikasvusto on todennäköinen. Ilman suhteellisella kosteudella on kuitenkin paljon pienempi merkitys mikrobikasvuston todennäköisyyteen kuin paikallisella kosteudella rakennus- tai pintamateriaaleissa (Sisäilmayhdistys 2008e). Lämpötilan ja ravinteiden suhteen mikrobit eivät ole yhtä vaativia kuin kosteuden. Mikrobikasvua voi tapahtua lämpötila-alueella 5-50 °C, ja ravinteiksi riittää pöly teräksen tai betonin pinnalla (Sisäilmayhdistys 2008e; Asumisterveysopas 2009, 146).

Koska vain pieni osa kaikista mikrobeista on ihmiselle haitallisia tai vaarallisia, ilmasta ei voi mitata mitään kokonaismikrobimäärää, joka kertoisi sen haitallisuusasteen. Sen sijaan mikrobivauriota ja terveyshaittaa epäiltäessä selvitetään, ovatko rakennuksessa esiintyvät mikrobisuvustot ja niiden pitoisuudet tavanomaisia (Asumisterveysopas 2009, 153). Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja eli kosteusvaurioindikaattoreita ovat mm. As-

pergillus versicolor ja *Stachybotrys*. Näitä lajeja tavataan useimmiten vain kosteusvaurioituneissa rakennuksissa, kun taas *Penicillium* ja *Cladosporium* ovat yleisimmin esiintyviä lajeja sekä terveissä että kosteusvaurioituneissa rakennuksissa. (Salonen 2009, 90-91.)

Talotekniikka voi vaikuttaa monella tavalla mikrobien esiintyvyyteen. Mikrobivaurioita aiheuttavat kosteusvauriot aiheutuvat usein lämpö-, vesi- tai viemäriputkien vuodoista, huonosti tiivistetyistä kattoläpivienneistä tai putkien ja kanavien puutteellisesta eristyksestä johtuvasta kondensoitumisesta. Kastumaan päässyt tuloilmasuodatin voi olla itsessään suuri mikrobilähde, josta mikrobit pääsevät leviämään ilmanvaihdon mukana ympäri rakennusta. Koneellisella ilmanvaihdolla aikaansaatua ylipaineisuus taas työntää sisäilman kosteutta rakenteisiin, missä kosteus voi tiivistyessään aiheuttaa vaurioita. Lisäksi puutteellinen ilmanvaihto varsinkin pesutiloissa voi aiheuttaa suhteellisen kosteuden pysymisen haitallisen korkeana. (Sisäilmayhdistys ry 2008c.)

Myös siivous voi aiheuttaa kosteusvaurion. Liian runsas vedenkäyttö lattiaa pestessä voi aiheuttaa ongelmia. Jos vesi pääsee jalkalistojen ja muiden rakojen välistä seinä- tai lattiarakenteisiin eikä ehdi kuivua, rakenteet voivat homehtua. (Kakko & Aulanko 2003, 6, 19.)

Siivouksella ei voi ehkäistä mikrobivauriosta aiheutuvaa mikrobialtistusta, mutta sillä voi selkeästi vaikuttaa pinnoilla olevien mikrobien määrään. Siivouksella vähennetään pinnoilta pölyhiukkasia, joihin mikrobit ovat usein kiinnittyneinä, sekä likaa, eli mikrobien ravinteita (Pesonen-Leinonen 2008, 20). Desinfioivilla puhdistusaineilla voidaan lisäksi tuhota haitallisia mikrobeja ja siten pienentää niiden määrää. Tulee kuitenkin huomata, että desinfektioaineet tuhoavat myös vaarattomia mikrobeja, eikä desinfioivia aineita tarvita koulurakennusten normaalissa ylläpitosiivouksessa. (Kakko & Aulanko 2003, 11; Valkosalo 2010, 116-117.)

Jos käytetään märkiä siivousmenetelmiä, on tärkeää kuivata pinta pyyhinnän jälkeen. Pinnalle jäänyt jäännöskosteus sisältää likahiukkasia, jotka jäävät pinnoille, jos kosteutta ei kuivata pois. Myös puhdistusaineiden annosteluun tulee kiinnittää huomiota. Liian runsas puhdistusaineen käyttö jättää pinnoille puhdistusainejäämiä, jotka tekevät pinnan tahmeaksi, jolloin lika tarttuu siihen entistä helpommin. (Kakko & Aulanko 2003, 10; Kivikallio 2010, 46.)

2.4 Kosteus

Sisäilman kosteus ilmoitetaan useimmiten suhteellisenä kosteutena. Suhteellinen kosteus on prosenttiluku, joka kertoo, kuinka monta prosenttia ilmassa on vesihöyryä verrattuna tietyn lämpöisen ilman teoreettiseen maksimivesihöyrymäärään. Mitä kylmempää ilma on, sitä vähemmän siinä voi olla höyrystynyttä vettä. Talvisin ulkona olevan pakkasilman suhteellinen kosteus on korkea, mutta kun sama ilma puhalletaan lämmitettynä sisätiloihin, se tuntuu kuivalta, koska lämpimässä ilmassa vettä voisi olla enemmän.

Sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla vuodenajasta riippuen 20-60 %. Liian kuiva ilma aiheuttaa hengitysteiden, limakalvojen ja ihon ärsytysoireita, ja kuiva ilma onkin yksi yleisimmistä sisäilmaongelmien syistä. Talvella suhteellinen kosteus voi olla jopa alle 10 %. Ilma tuntuu entistäkin kuivemmalta, jos huonelämpötila on korkea. Ilma saattaa kuivua myös liian tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi. Lämmityskaudella ihanteellisin ilmankosteus on 25-45 % välillä. Jos sisäilman suhteellinen kosteus nousee talvella yli 45 %:iin, liiallinen kosteus voi tiivistyä kylmiin rakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurion. Kesällä suhteellinen kosteus on suunnilleen sama kuin ulkona, eli noin 50-70 %. (Taloyhtio.net 2004; Asumisterveysopas 2009, 46; Sisäilmaopas 2012, 12.)

Koulurakennusten sisäilmaa voi kostuttaa talvisin, jolloin se tehdään nykyisin yleensä huonekohtaisilla sähkökäyttöisillä höyrykostuttimilla. Kostuttimia käyttäessä tulee varmistua siitä, ettei ilmankosteus nouse yli 45 %:iin. Ilman kuivuuden tunnetta voi helpottaa myös alentamalla huonelämpötilaa ja pienentämällä ilmanvaihtoa. (Asumisterveysopas 2009, 46.)

Ilman kosteuspitoisuutta nostavat myös rakennuksen käyttäjät. Ihminen tuottaa kosteutta keskimäärin 90 g/h, minkä lisäksi ihmisen toiminta, kuten siivous ja keittiötoiminta lisäävät sisäilman kosteuspitoisuutta. (Kokko ym. 1999, 15.)

2.5 Lämpötila

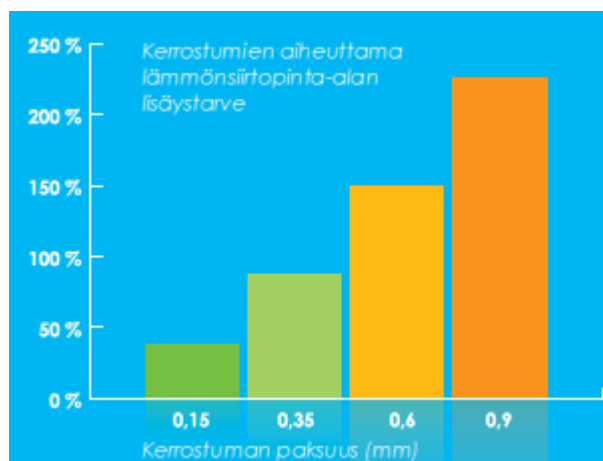
Rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan (2012) lämmityskauden huonelämpötilan suunnitteluarvona käytetään 21 °C. Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan S1- ja

S2-luokkien tavoitearvo lämmityskaudella on 21,5 °C. (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 5; Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 6.)

Sisäilman lämpötila vaikuttaa energiankulutuksen lisäksi oleellisesti myös ihmisten viihtyvyyteen ja suorituskyykyyn. Liian lämmin ilma tuntuu kuivalta ja tunkkaiselta. David P. Wyonin (2014) tekemän tutkimuksen mukaan 1 asteen lämpötilan pudotus paransi ala-asteikäisten oppilaiden suoritusta 3,5 %. Korhosen ja Lintusen (2003) mukaan toinen, Suomessa tehty tutkimus osoitti, että samainen 1 asteen lämpötilan pudotus lisäsi toimistotyöntekijöiden tuottavuutta 2 %. Lisäksi on yleisesti tiedossa, että jokainen asteen pudotus sisälämpötilassa pienentää vuotuisia lämmityskustannuksia 5 %. (Korhonen & Lintunen 2003, 88; Motiva 2014; Swegon Air Academy & Swedvac 2014.)

Vaikka lämmitysjärjestelmä olisi oikein mitoitettu, voi tarpeettoman suuri ilmanvaihtokerroin alentaa huonelämpötilaa. Toisaalta ikkunan kautta tuleva auringon säteily saattaa nostaa huonelämpötilaa, eikä ilmanvaihto ole välttämättä riittävä ylimääräisen lämpökuorman poistamiseen. Huonosti toteutettu talotekniikka saattaa jopa syksyisin ja keväisin lämmittää ja jäähdyttää rakennusta samaan aikaan. Talotekniikan tulisikin toimia kokonaisuutena optimaalisten lämpöolojen saavuttamiseksi.

Myös siivouksella voidaan epäsuorasti vaikuttaa lämmitykseen. Paksu pöly- tai likakerros lämmönsiirtopinnalla toimii eristeenä ja vaikeuttaa lämmön siirtymistä. Kuvasta 4 näkee, että jo 0,35 mm paksuinen kerrostuma lämmönsiirtopinnalla pudottaa lämmönsiirtotehon lähes puoleen. Jotta lämmitys- ja jäähdytyspatterit toimisivat suunnitellusti, niiden tulisi olla puhtaita ja pölyttömiä.



Kuva 4. Kerrostumien aiheuttama lämmönsiirtopinta-alan lisästarve (Kuva: http://www.kl-lampo.com/files/tietopankki/esitteet/kl-lampo_kiinteistotekniikan_vedenkasittelypalvelut_21102014.pdf)

2.6 Valaistus

Valaistusstandardin SFS-EN 12464-1 mukaan opetusrakennusten työalueiden valaistusvoimakkuuksien tulisi olla tilasta riippuen keskimäärin 300-500 luxia. Valaistus tulee suunnitella käyttäen alenemakeroointia, jotta vaaditut valaistusvoimakkuudet voidaan ylläpitää. Alenemakertoimeen vaikuttavat lampun, valaisimen ja ympäristön ominaisuuksien lisäksi valaisinten likaantuminen. (SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus 2010, 32, 60.)

Standardin CIE 97:2005 mukaan koulurakennusten valaisimet tulisi puhdistaa 3 vuoden välein, jos halutaan pitää valaisinten likaantumisesta johtuva alenemakerooin yli 0,8:ssa. Kokonaisalenema kolmen vuoden huoltovälillä on kuitenkin todellisuudessa vielä suurempi, sillä siihen vaikuttaa likaantumisen lisäksi myös mm. lamppujen kulumisen. (CIE 97:2005, 4, 17.)

Pöly ja lika vähentävät oleellisesti huoneeseen tulevan valon määrää. Motivan mukaan pöly ja lika loisteputkien pinnalla voi alentaa valaistustasoa jopa 20 prosenttia (Motiva 2015a). Sen lisäksi, että lampun pinnalla oleva kerrostuma pienentää lampusta lähtevän valovirran määrää, kertynyt lika ja pöly voivat vaikuttaa valaisimesta lähtevän valon jakaumaan tekemällä peilipintaisesta heijastimesta mattapintaisen (CIE 97:2005, 9).

Häikäistymisen ja näköväsyyksien ehkäisemiseksi on alettu käyttää yhä enemmän epäsuoria, kattoa valaisevia valaisimia, joista on kaksi esimerkkiä kuvassa 5. Pölykerros epäsuoran valaisimen päällä estää valon pääsyä katon kautta huoneeseen ja vähentää siten valaisimen valotehokkuutta.



Kuva 5. Pölyä epäsuorien valaisinten päällä (Kuvat: Saara Vänskä 2015 ja 2016)

2.7 Melu

Melulla tarkoitetaan ei-toivottua ääntä, joka on epämiellyttävää, häiritsevää tai kuulolle haitallista. Melu ei välttämättä ole kovaäänistä, mutta se voi olla sitäkin. Impulssimaiset äänet, kuten patteriverkostosta kuuluvat kolahdukset tai poistoilmaventtiilin korkeataajuuksinen ”vinkuna” eivät välttämättä ole voimakkaita ääniä, mutta ne saatetaan kokea häiritsevämmiksi kuin puhaltimesta kuuluva jatkuva, matala ”hurina”, vaikka se olisikin kovaäänisempää. (Asumisterveysopas 2009, 126-127; Sandberg 2014, 53.)

Kova melu voi vaurioittaa kuuloa, ja on siksi terveydelle haitallista. Jatkuvalle melulle altistuminen voi kuitenkin aiheuttaa terveyshaittaa kuulovauriokynnystä pienemmilläkin voimakkuuksilla. Jatkuva melu voi aiheuttaa elimistöön stressireaktion ja heikentää näin henkistä hyvinvointia. Koulurakennuksessa melu voi häiritä keskittymistä ja heikentää suoritusta, ja pahimmillaan se voi johtaa häiriöihin lasten kielellisessä kehityksessä, oppimisessa ja muistissa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2014.)

Taloteknisten järjestelmien (LVIS-laitteiden) aiheuttamille äänitasoille on annettu ohjeita rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012). Sen mukaan oppilaitosten opetus-tiloissa, ryhmätyötiloissa ja luentosaleissa LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama A-taajuuspainotettu keskiäänitaso saa olla enintään 33 dB. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 24, 26.)

Tähän keskiäänitasoon otetaan huomioon kaikkien taloteknisten äänilähteiden yhteisvaikutus. Ilmanvaihtojärjestelmässä ääntä tuottavat ainakin puhaltimet, säätöpellit ja pääte-laitteet. Vesijohdoissa saattaa esiintyä paukahtelevia paineiskuja, sekoittajat saattavat pitää ääntä ja jäteveden liikkuminen viemärissä saattaa aiheuttaa melua. Vesikiertoisen patteriverkoston osat saattavat naksua, kohista, suhista tai siirtää ääniä metalliputkia pitkin ympäri rakennusta. Jäähdytyslaitteet, kuten puhallinkonvektorit saattavat pitää kovaakin ääntä. Jäähdytysjärjestelmien lauhduttimet sijaitsevat usein ulkona, mutta niiden aiheuttama melu saattaa kantautua myös sisälle. Myös kompressorit ovat yleensä äänekkäitä, ja niiden jaksottainen käynti saattaa häiritä. Koneet saattavat lisäksi aiheuttaa tärinää, mikä etenee runkoäänenä pitkin rakennusta. (Asumisterveysopas 2009, 126-127; Sandberg 2014, 64.)

2.8 Olosuhdetuntemukset

Vaikka sisäilmastoon vaikuttavia yksittäisiä asioita voidaan eritellä ja mitata objektiivisesti, ovat sisäilmaolosuhteet ennen kaikkea subjektiivisesti koettuja tuntemuksia ympäröivästä tilasta. Ihmiset kokevat asioita eri tavoin, ja kokemukset ovat aina paitsi subjektiivisia, myös suhteellisia. Tuntemukset syntyvät vertaamalla asioita toisiinsa. ”Lämmin” ei ole mikään yleisesti sovittu absoluuttinen lämpötila, vaan henkilökohtaisesti koettu tila, jonka lämpötila on celsiusasteina korkeampi kuin sen tilan, joka taas koetaan kylmänä. Ei voi olla kylmää ilman lämmintä eikä toisinpäin. Ihmiset vertaavat usein myös työpaik-kansa ilmanlaatua kotinsa olosuhteisiin, ja muodostavat sen jälkeen mielikuvan siitä, ovatko olosuhteet hyvät vai huonot, eli erilaiset vai samanlaiset kuin mihin he ovat tottu-neet ja jotka he tuntevat miellyttävinä.

Puhekielessä ilma voi olla esimerkiksi kirpeä, raikas, painostava, tunkkainen, paksu tai huono. Nämäkin ovat subjektiivisia kokemuksia. Ei ole olemassa ilmantunkkaisuusmit-taria, jolla voisi määrittää hyvää tai huonoa sisäilmaa. On huomattava, että sisäilmasto on

yksittäisten mitattavien osatekijöiden summa, mutta tätä kokonaissummaa ei voi yksiselitteisesti määrittää. Esimerkiksi tunkkainen ilma on hyvin henkilökohtainen tuntemus. Kaksi eri ihmistä voi ajatella ihan eri asioiden vaikuttavan tunkkaisuuteen. Yhden mielestä pölyinen, kuuma ja kovilla spottivaloilla valaistu vaatekauppa on tunkkainen. Toisen mielestä hämärä tila, jossa on korkea suhteellinen kosteusprosentti ja näkyvää likaa, on tunkkainen. Kolmannen mielestä korkea hiilidioksidipitoisuus ja epämiellyttävät hajut aiheuttavat tunkkaisuutta. Toinen on hajuherkkä, toinen valonarka. Mikä on liian kuumaa, liian kosteaa tai liian likaista, on yksilön kokemuseräisesti määrittelemää.

Pelkkiin lämpötuntemuksiinkin vaikuttaa moni asia. Erilaisten säädösten ja ohjeiden asettamat tavoitelämpötilat ovat optimilämpötiloja, eli lämpötiloja, joihin suuren joukon enemmistö on tyytyväinen. Parhaimmissakaan tapauksissa tyytyväisten osuus ei kuitenkaan koskaan ole yli 95 %. Optimilämpötilat ilmoitetaan usein operatiivisena lämpötilana, mikä vastaa ihmisen lämpötuntemusta. Operatiiviseen lämpötilaan vaikuttaa ilman lämpötilan lisäksi ympäröivien pintojen lämpötilat. Operatiivisen lämpötilan lisäksi optimilämpötila riippuu vaatetuksesta, aktiivisuustasosta, aineenvaihdunnasta, ilman liikkeestä ja ilman suhteellisesta kosteudesta. Sadan prosentin tyytyväisyyttä on siis mahdollista saavuttaa, koska lämpöviihtyvyyteen vaikuttaa ikään ja sukupuoleen liittyvät aineenvaihdunnalliset eroavaisuudet. Lämpöviihtyvyyteen vaikuttaa myös ulkolämpötila. Kesällä siedetään korkeampia sisälämpötiloja kuin talvella. Tätä kutsutaan adaptiiviseksi lämpöviihtyvyydeksi, eli ihminen mukautuu lämpöolosuhteiden muutoksiin. Syksyn tullen +10 °C tuntuu kylmemmältä kuin keväällä, sillä talven aikana totutaan kylmään ja kesällä lämpimään. (Säteri & Koskela 2014, 37-47.)

Myös siivoustulos on kokemus. Objektiiivisesti mitattavan teknisen laadun lisäksi siivouksen kokonaislaatuun kuuluu toiminnallinen laatu (Huilaja 2012, 32-33). Korhosen tekemän tutkimuksen mukaan rakennuksen pintamateriaalien kunto, siivoojasta saatu vaikutelma sekä siivoojan ammattitaito vaikuttivat siivouksen laatukselyn tuloksiin (Korhonen 2011, 179). Myös Marja Aulangon mukaan siivoustulos koetaan parempana ystävällisen siivoojan tekemänä verrattuna työkeäksi koettuun siivoojaan (Saarinen 2005). Siivouksen laadun kokemiseen vaikuttaa lisäksi ihmisen oma puhtaus käsitys sekä siivoukselle asetettu laatutaso.

3 TALOTEKNIikka JA SEN PUHDISTETTAVUUS OSANA SISÄOLOSUHDEHALLINTAA

3.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tehtävänä on vaihtaa rakennuksen ilmaa siten, että epäpuhtauspitoisuudet eivät nouse ihmisille haitallisille tasoille, lämpöolot pysyvät miellyttävinä ja kosteusolosuhteet eivät ole haitallisia rakenteille. Sisäilmaoppaan (2012) mukaan terveellinen sisäilma on hajutonta, pölytöntä, vedotonta, melutonta ja lämpötilaltaan miellyttävää (Sisäilmaopas 2012, 3).

Rakentamismääräyskokoelman D2 (2012) mukaan opetus- eli luokkatilojen ulkoilmavirran tulisi olla vähintään 6 l/s/hlö ja luentosalien ja ryhmätyötilojen vähintään 8 l/s/hlö (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 26). Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan S1-luokan luokkahuoneissa ja luentosaleissa tuloilmavirran tulisi olla 11 l/s/hlö (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 14).

Tutkimusten mukaan suuressa osassa suomalaisista kouluista ilmanvaihto ei ole riittävää. Vuosina 2007 ja 2008 toteutettiin STAKES-kysely kaikille peruskoulujen rehtoreille. Kyselyn tulosten mukaan riittämätön ilmanvaihto haittasi koulutyötä ainakin jonkun verran noin 80 %:ssa kouluista. Riittämätön ilmanvaihto aiheutti erittäin paljon haittaa koulutyölle 13 %:ssa alakouluista ja noin 20 %:ssa yläkouluista. (Putus 2009, 143, 146-147.)

Toisessa tutkimuksessa (Palonen ym. 2009) tarkasteltiin poistoilmavirtoja ja hiilidioksidipitoisuuksia 60 alakoulussa. Tutkimuksen mukaan noin 60 %:ssa luokkahuoneista ilmanvaihtomäärä ei täytä nykymääräyksiä. (Palonen ym. 2009, 149, 153.) Eräs syy puutteelliseen ilmanvaihtoon on se, että koulujen luokkakoot ovat kasvaneet ja tilojen käyttötarkoitukset muuttuneet, mutta ilmanvaihtoa ei ole säädetty muuttuneen tilanteen mukaiseksi. Lisäksi käyttäjille ei välttämättä ole annettu riittävää informaatiota koneiden käytöstä. (Kalema & Viot 2013, 96.)

Osassa kouluista oppilaskohtaiset ilmavirrat taas ovat jopa tarpeettoman suuret (Palonen ym. 2009, 153). Lisäksi oppilaiden vapaassa käytössä olevien tietokoneluokkien ilmavir-

tojen tarpeet vaihtelevat suuresti arkipäivien oppituntien ja ilta- ja viikonloppukäytön välillä (Kalema & Viot, 94, 96). Näissä tapauksissa muuttuvailmavirtajärjestelmä hiilidioksidihajauksella vähentäisi tarpeetonta energiankulutusta.

Sopivasta ilmanvaihdon määrästä on tehty lukuisia tutkimuksia, mutta ne ovat koskeneet pääasiassa toimistotiloja. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että suurentamalla ilmanvaihtoa toimistotiloissa (alle 10 l/s/hlö → yli 20 l/s/hlö) sairusrakennusoireet vähenivät, lyhytaikaisten sairauspoissaolojen määrä väheni ja ilman laatu koettiin parempana. Ilmavirran ollessa alle 10 l/s henkilöä kohden terveyshaittojen riski kasvoi. (Säteri & Koskela 2014, 58.)

David P. Wyonin mukaan kaksinkertaistamalla ilmanvaihdon määrä luokkatilassa (5 l/s/hlö → 10 l/s/hlö), oppilaiden suoritus parani noin 14,5 % (Swegon Air Academy & Swedvac 2014).

Tutkimuksista voisi päätellä, että mitä suurempi ilmanvaihtoluku, sen parempi. Asia ei kuitenkaan ole niin yksiselitteinen. Tarpeettoman suuri ilmanvaihto voi aiheuttaa vetoa ja melua, nostattaa epäpuhtauksia ilmaan, alentaa lämpötilaa, kuivattaa ilmaa ja lisätä energiankulutusta. Näiden asioiden lisäksi tulee kiinnittää huomiota ulkoilman epäpuhtauksiin.

Kuten luvussa 2.3 todettiin, sisäilman pienhiukkaset ovat pääasiassa peräisin ulkoilmasta, ja varsinkin koulurakennuksissa hiukkasten sisälähteitä on vain vähän. Epäpuhtauksia saattaa syntyä kemian ja fysiikan opetustiloissa sekä kotitalousoppitunneilla ja restonomikoulutuksessa ruuanlaiton yhteydessä, mutta määrä on verrattain pieni. Koska kouluissa ei saa tupakoida eikä niissä yleensä käytetä tulisijoja, koulujen merkittävimpiä sisäpuolisia epäpuhtauslähteitä ovat oppilaat ja henkilökunta, jotka tuovat tilaan lämpö- ja kosteuskuormaa sekä hengityksellään nostavat hiilidioksidipitoisuutta. Näiden ihmisperäisten epäpuhtauksien poistamiseen ja laimentamiseen tarvitaan ulkoilmaa. Ulkoilmaa sisälle tuotaessa sisäilmaan kulkeutuu kuitenkin myös ulkoilman epäpuhtauksia, kuten liikenteestä ja teollisuudesta peräisin olevia pienhiukkasia, jotka luvussa 2.3 todettiin olevan erittäin vaikeita suodattaa. Näiden pienhiukkasten on arvioitu aiheuttavan Suomessa vuosittain yli 1300 ennen aikaista kuolemaa (Säteri & Koskela 2014, 56).

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen julkaisemassa raportissa (Hänninen & Asikainen 2013) esitettiin ja vertailtiin kolmea erilaista vaihtoehtoa asuinrakennusten sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamien tautikuormien ja niistä johtuvien menetettyjen terveiden elinvuosien (DALY) vähentämiselle. Vaihtoehdot olivat laimentaminen, suodattaminen ja sisälähteiden vähentäminen. Optimi ilmavirran määrä määriteltiin niin, että sisä- ja ulko-peräisten epäpuhtauksien suhde oli sellainen, että niiden aiheuttama tautikuorma olisi mahdollisimman pieni. Pienillä ilmavirroilla sisälähteiden osuus kasvoi ja vastaavasti suurilla ilmavirroilla ulkoilmasta peräisin olevien epäpuhtauksien pitoisuus nousi. Paremmalla suodatuksella ulkoilman epäpuhtauksien osuus pieneni, jolloin ilmavirtaa voitiin lisätä laimentamaan paremmin myös sisälähdepitoisuutta. Paras tulos saataisiin raportin mukaan hallitsemalla epäpuhtauslähteitä ja siten pienentämällä epäpuhtauksien (radon, CO, tupakointi, VOC, kosteus, PM_{2,5}) määrää, jolloin niiden laimentamiseen tarvittavaa ilmavirtaa voitaisiin pienentää, mikä samalla vähentäisi ulkoilmasta peräisin olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan. (Hänninen & Asikainen 2013, 10, 33-35, 40-48.)

Kulmala, Asmi ja Pirjola (1999) päätyivät samaan lopputulokseen jo vuosia aiemmin. Ilmanvaihtokerroin, suodatuksen läpäisyaste ja epäpuhtauksien depositio vaikuttavat heidän mukaansa sisäilman laatuun. Tutkimuksen mukaan ulkoilmasta peräisin olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisälle voidaan estää tehokkaalla suodatuksella. Jos epäpuhtaudet deponoituvat nopeasti pinnoille, joilta ne sitten poistetaan siivoamalla, ilmanlaatu voi pysyä hyvänä pienemmälläkin ilmanvaihtokertoimella. Jos sisälähteitä on paljon, pieni ilmanvaihtokerroin aiheuttaa korkeita sisälähteisten epäpuhtauksien pitoisuuksia. (Kulmala, Asmi & Pirjola 1999, 2143.)

Ilmanvaihtokertoimen on siis oltava riittävä rakennuksen sisälle muodostuvien kosteus-, lämpö- ja epäpuhtauskuormien poistamiseen, muttei niin suuri, että ulkoilmasta peräisin olevien epäpuhtauksien pitoisuus nousee liian korkeaksi. Pelkkä ilmavirta ei sinällään kuitenkaan riitä, vaan ilman vaihtuvuuteen vaikuttaa oleellisesti ilmanjakotapa. Samaan ilmanvaihdon hyötysuhteeseen pääsemiseen eli siihen, kuinka hyvin ilmavirta huuhtelee tilaa, tarvittava ilmavirran määrä vaihtelee ilmanjakotavan mukaan. Esimerkiksi sekoitettavalla ilmanjakotavalla ilmavirran tulisi olla noin 1,5-kertainen syrjäyttävään ilmanjakotapaan nähden (Naumov, Tabunshchikov, Kapko & Brodach 2016, 43.)

Peruskouluille on tyypillistä, että luokkakoot vaihtelevat eri vuosina ikäluokkien suuruuden mukaan. Kyläkouluja lakkautetaan ja oppilaita keskitetään suurempiin kouluihin. Sisäilmaongelmaisien koulujen oppilaiden väistötilat saattavat olla läheisen koulun liikuntasalissa. Toisen asteen oppilaitoksissa ja korkeakouluissa luokkatilojen käyttöaste vaihtelee suuresti, ja esimerkiksi tietokoneluokat saattavat olla tyhjillään keskellä päivääkin. Toisaalta niissä saattaa olla iltaisin ja viikonloppuisin käyttäjiä rakennuksen ollessa muuten tyhjillään. Koulurakennuksien käyttäjämäärien vaihdellessa myös sisälähteiset epäpuhtauskuormat vaihtelevat kouluissa suuresti, minkä vuoksi ilmanvaihdon ohjaus kannattaisi suunnitella tarpeenmukaiseksi. Muuttuvailmavirtajärjestelmässä ilmavirta voi säätyä esimerkiksi läsnäolon, hiilidioksidipitoisuuden ja/tai lämpötilan mukaan, eli sitä jaetaan vain sinne, missä sitä tarvitaan, silloin, kun sitä tarvitaan ja se määrä, mikä tarvitaan, minkä vuoksi tarpeenmukainen ohjaus säästää sekä sähkö- että lämmitysenergiaa.. (Jokinen, Pessi & Laine 2014, 334-335, 340.)

Ilmanvaihto tulee lisäksi suunnitella siten, että sitä voidaan säätää myös siivouksen vaatimalla tavalla. Joissain rakennuksissa on vielä käytössä vahattavia lattiamateriaaleja. Vahanpoiston aikana ilmanvaihtoa olisi hyvä tehostaa, sillä vahojen poistoon käytettävät aineet saattavat sisältää haihtuvia liuotteita. Vahauksen aikana ilmanvaihto ei kuitenkaan saa olla tehostuksella, sillä se voi aiheuttaa vahapinnan liian nopean kuivumisen, mikä taas voi johtaa vahan jauhaantumiseen (Suontamo 2002, 28). Ilmanvaihtoa tulisi silti pitää toiminnassa koko ajan, vaikka se ei maksimiteholla olisikaan.

Vaikka yleensä kesäaikana tehtävään perussiivoukseen ei kuuluisikaan lattioiden vahausta, lattiat pestään runsaammalla vedellä kuin normaalisti, jolloin tehostettu ilmanvaihto auttaisi poistamaan suurempaa kosteuskuormaa. Siivousvälineiden säilytystä ja huoltamista varten olevan siivoustilan ilmanvaihdon riittävyys tulee myös huomioida, sillä siivoustilassa käytetään runsaasti vettä ja pestyt siivousvälineet myös yleensä kuivataan siellä. Lisäksi siivoustilassa saattaa olla laitteita, jotka tuovat ylimääräistä lämpökuormaa.

COMBI-kohteen haastatteluissa tuli esiin, että case-kohteiden ilmanvaihtoa ei ohjata siivoojien toimesta (liite 1, 2; liite 2, 1; liite 3, 2). Sähköisen kyselyn tulokset (liite 4) noudattavat samaa linjaa.

Kyselyssä oli väittämiä, joiden paikkansapitävyyttä vastaajat arvioivat. Vastaajien mielestä ilma tuntuu siivouksen aikana vain jonkun verran tunkkaiselta ja epämukavalta, ja vain joidenkin vastaajien tekee mieli avata ikkuna siivouksen aikana. Ainoastaan kahden vastaajan käsityksen mukaan ilmanvaihto on pois päältä tai hyvin pienellä siivouksen aikana. Suurimmalla osalla vastaajista ei ole mahdollisuutta säätää ilmavirtaa eivätkä he osaa ohjata ilmanvaihtoa siivouksen edellyttämällä tavalla. Suurin osa vastaajista toivoi, että ilmanvaihtoa lisättäisiin perussiivouksen ajaksi, mutta muutama ei toivonut sitä lainkaan. Toiveet ylläpitosiivouksen ajaksi lisättävästä ilmanvaihdosta vaihtelivat suuresti. (Liite 4, 10.)

3.1.1 Painesuhteet

Rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan rakennukset suunnitellaan kosteus- ja mikrobivaurioriskin vuoksi ulkoilmaan nähden yleensä hieman alipaineiseksi. Alipaineen ei tule ylittää 30 Pascalia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 19.) Asumisterveysoppaan (2009) mukaan tavoitteellinen paine-ero ulkoilmaan nähden on koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla toteutetuissa rakennuksissa 0...-2 Pa ja pelkällä koneellisella poistoilmanvaihdolla toteutetuissa -5...-20 Pa (Asumisterveysopas 2009, 64).

Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2012) ohjeistaa, että muiden kuin asuinrakennuksien ilmanvaihto suunnitellaan ja rakennetaan siten, että käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ulkoilmavirta on vähintään $0,15 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$. Tämä voidaan toteuttaa pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihtoa jatkuvasti käynnissä tai ilmanvaihdon jaksottaisella käytöllä. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 10-11.)

Rakennuksen paine-erojen vaikutuksesta sisäilman laatuun on tehty viime vuosina muutamia tutkimuksia. Riitta Harju (2011) tutki opinnäytetyössään kahden eri rakennuksen paine-erojen vaihtelun merkitystä sisäilman laatuun. Molemmissa kohteissa oli koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Työssä selvitettiin mittauksin, miten painesuhteet ja sisäilman hiukkaspitoisuudet vaihtelivat, kun hygieniatilojen erillispoistot olivat yöaikaan päällä tai pois päältä. Vaikka painesuhteet eivät muuttuneet merkittävästi erillispoistojen ollessa yöaikaan päällä tai pois, tulokset osoittivat, että sisäilman hiukkaspitoisuus kasvoi yöaikaan silloin, kun erillispoistot olivat päällä. (Harju 2011, 2, 24-25.)

Samankaltaisia tuloksia saatiin myös Asikaisen, Pasasen ja Kokotin (2015) tutkimuksessa. Kun yleisilmanvaihto oli yöaikaan pois päältä tai osateholla, ilman mikrobipitoisuudet nousivat yhtä lukuun ottamatta kaikissa tutkimuskohteissa. (Asikainen, Pasanen & Kokotti 2015, 247-251.)

Myös Esko Korhosen (2011) väitöskirja tukee tätä ilmiötä. Kun tutkimuskohteen yleisilmanvaihto kytkeytyi pois päältä hygieniatilojen poistoilmanvaihdon jäädessä päälle, tilojen alipaineisuus kasvoi ja hiukkaspitoisuus nousi. Korhosen mukaan ulkoilmasta sisäilmaan kulkeutuu pääasiassa alle 1 µm kokoisia hiukkasia. Mitä pienempiä hiukkaset ovat ja mitä alipaineisempia tilat ovat ulkoilmaan nähden, sitä tehokkaammin ja nopeammin hiukkaset kulkeutuvat sisätiloihin. (Korhonen 2011, 133, 160, 190.)

Lievän alipaineen saavuttamiseksi poistoilmavirta suunnitellaan yleensä 5-10 % tuloilmavirtaa suuremmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 1 m³/s poistoilmavirralla tuloilmasuodattimen ohi kulkeutuu yli 4000 m³ ilmaa vuorokaudessa, jos ilmanvaihto käy vakioteholla ympäri vuorokauden. Tämä tulo- ja poistoilmavirran erotus revittää rakenteiden epätiiviyksikohdista. Yleensä käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto on kuitenkin toteutettu rakentamismääräyskokoelman ohjeen mukaisesti niin, että vain hygieniatilojen poistot ovat päällä ja yleisilmanvaihto suljettuna, jolloin erotus vain kasvaa. Koska korvausilmalähde eli koneellinen tuloilmakanavisto ei ole käytössä, ilma pyrkii kulkemaan sisätiloihin rakenteiden raoista ja halkeamista, ikkuna- ja ovirakenteista, lattian ja seinän välisistä liitoskohdista sekä ylä- ja alapohjista. Samalla sisätiloihin kulkeutuu ilman mukana radonia, mikrobeja, eristeiden mineraalivillakuituja ja pienhiukkasia. Tuntuu hullunkuriselta, että koneellisesti tuotua tuloilmaa pyritään suodattamaan mahdollisimman tehokkaasti, mutta osa ilmasta suunnitellaan tulevan epäpuhtaiden rakojen läpi. Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2012) toki määrää, ettei ulkoilmaa saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 11), mutta ilmeisesti tämä kohta on jäänyt monelta huomaamatta.

Yhä tiukentuvien säädösten vuoksi rakennuksista suunnitellaan yhä tiiviimpiä. Ilmanvaihtosuunnittelijoiden yleisesti käyttämää nyrkkisääntöä siitä, että poistoilmaa tulisi olla 5-10 % tuloilmaa enemmän, tulisi varsinkin uudiskohteiden kohdalla miettiä uudelleen. Asumisterveysoppaan suosittelemaan 0...-2 Pa paine-eron luomiseen nykytiiviyksillä ei välttämättä tarvita niin suurta prosentuaalista eroa. Myös Asikaisen, Pasasen ja Kokotin

(2015) johtopäätöksenä on, että suositeltava keskimääräinen alipaineisuus koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä toteutettuna on alle 5 Pa. Huomattavaa on myös, että mikään määräys ei velvoita tekemään rakennuksista alipaineisia, vaan ainoastaan huolehtimaan siitä, etteivät painesuhteet aiheuta rakenteisiin pitkäaikaista kosteusriskiä (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 19). Rakennuksen ei siis tarvitse olla alipaineinen, sen vaan ei suositella olevan pitkiä aikoja ylipaineinen.

Myös käyttöajan ulkopuolista ilmanvaihtoa tulisi miettiä nykyistä tarkemmin. Pelkkien hygieniatilojen poistojen päällä olemisen sijaan tulisi miettiä, voisiko yleisilmanvaihtoa vain säätää taajuusmuuttajilla yöaikana pienemmäksi niin, etteivät rakennuksen painesuhteet muuttuisi. Tutkimustulosten mukaan ainakaan kosteus- tai mikrobiongelmaisissa kohteissa yleisilmanvaihdon pysäyttämistä ei voi suositella (Asikainen, Pasanen & Kokkoti 2015, 252).

Rakennuksen käyttöönottotarkastuksissa, oli kyse sitten uudis- tai korjausrakentamisesta, tulisi ilmavirtamittausten lisäksi mitata paine-eroa rakennuksen ulkovaipan yli ja tehdä lopulliset säädöt siten, ettei rakennus alipaineistu käyttöjakson aikana eikä myöskään sen ulkopuolella (Asikainen, Pasanen & Kokkoti 2015, 252).

3.1.2 Helposti puhdistettava kanavisto

Ilmanvaihtokanavina tulisi käyttää puhtausluokiteltuja (M1), tehdasvalmisteisia kanavia ja kanavansia (Ripatti ym. 2002, 25). Yleisimmin käytetään pyöreitä, kierresaumattuja peltikanavia, vaikka myös Uponorin valmistamat muovikanavat täyttävät kerrostalojen ja pientalojen kanavistoille asetetut paloturvallisuusvaatimukset (Uponor 2012).

Rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan ilmanvaihtokanavat tulee suunnitella ja asentaa siten, että ne ovat ennen rakennuksen käyttöönottoa puhtaita ja niiden puhtautta on helppo ylläpitää myös käyttöönoton jälkeen (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 19).

Työmaalla kanavat tulee suojata likaantumiselta sekä säilytys- että asennusaikana. Kanaviston tulee olla sisäpuoleltaan mahdollisimman sileä, eikä sisäpinnoilla saa olla käyt-

töönottaessa öljyä, pölyä tai muita epäpuhtauksia. Kanaviston puhdistettavuus mahdollistetaan varustamalla se riittävällä määrällä tarpeeksi suuria puhdistusluukkuja. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 19-20.)

Tällä hetkellä ilmanvaihtokanavien puhdistusväleistä ei ole voimassa olevaa säädöstä. Vanhan pelastustoimilain (561/1999) nojalla annettu Sisäasiainministeriön asetus 802/2001 ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta on kumoutunut vuonna 2006, kun pelastuslain 468/2003 voimaantulosta tuli kuluneeksi kolme vuotta (Pelastuslaki 468/2003, 91 §). Vanha pelastuslaki on sekin jo kumottu, kun nykyinen pelastuslaki (379/2011) astui voimaan vuonna 2011.

Voimassa olevan pelastuslain (379/2011) pykälän 13 ”nuohous ja ilmanvaihtolaitteiden huolto” mukaan rakennuksen omistajan, haltijan ja toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, että niistä ei aiheudu tulipalon vaaraa. Sisäasiainministeriö ei kuitenkaan ole antanut asiasta asetuksia uuden lain nojalla, joten kanavien puhdistuksen määräväliä, puhdistustyön sisältöä ja menetelmiä, puhdistuksen lopputuloksen tarkastusmenettelyä tai puhdistajan pätevyysvaatimuksia ei ole määritelty. Myöskään vuonna 2012 julkaistu Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas ei käsittele kanavien puhdistusta millään tavalla.

Vaikka Sisäasiainministeriön asetus (802/2001) ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta on kumoutunut, sitä käytetään edelleen ohjeellisena. Sen mukaan sellaisten tilojen, joiden ilmanvaihtokanaviin kertyy paljon herkästi syttyviä ja paloa levittäviä aineita, ilmanvaihtokanavisto tulisi puhdistaa vuosittain. Tällaisia tiloja ovat mm. ammattikeittiöt, leipomot ja ruiskumaalaamot. Koulujen, päiväkotien, hotellien, sairaaloiden, vanhainkotien ja vankiloiden ilmanvaihtokanavien puhdistusvälin tulisi kumotun asetuksen mukaan olla viisi vuotta. (Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta 802/2001, 2-3 §.)

Kanavien puhdistustarvetta määritettäessä tulisi miettiä paloturvallisuuden lisäksi myös hygieenisyyttä. Terveysturvallisuuslain mukaan ilmanvaihto ei saa aiheuttaa terveyshaittaa (763/1994, 26 §).

Poistoilmakanavistoon kerääntyvä epäpuhtaus on pääosin sisäilmasta peräisin olevaa pölyä, kun taas tuloilmakanavistoon kertyy lähinnä ulkoilmasta ja maaperästä peräisin olevia epäpuhtauksia. Kanavistoon kertyvien mikrobien lisääntymiselle on yleensä ravinteiden ja lämpötilan puolesta otolliset olosuhteet, mutta kosteuden puute kanavistossa rajoittaa mikrobikasvua. Jos kanavistoon pääsee hallitsemattomasti kosteutta, mikrobikontaminaation riski kasvaa. (Holopainen ym. 2008, 24-25.)

Lika ja pöly aiheuttavat palo- ja terveysriskin lisäksi ylimääräistä painehäviötä kanavistossa. Painehäviön kasvu taas heikentää ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuutta. Säännöllisesti puhdistetulla kanavistolla on siis suuri merkitys terveellisen, turvallisen, tehokkaan ja toimivan ilmanvaihtojärjestelmän osana. Hyvään sisäilmaan pyrittäessä on ehdottoman tärkeää, että kanavisto suunnitellaan puhtaaksi, asennetaan puhtaasti ja säännöllisen huollon avulla myös pidetään puhtaana. Vaikka puhdistuksen määräväleistä ei olekaan voimassa olevaa säädöstä tai edes säännöstä, olisi koulurakennuksien ilmanvaihtokanavat hyvä puhdistaa vähintään viiden vuoden välein. Kanaviston puhdistuksen yhteydessä myös päätelaitteet tulisi puhdistaa perusteellisesti.

3.1.3 Ilman suodatus

Jotta ulkoilman epäpuhtaudet eivät kulkeutuisi tuloilman mukana sisätiloihin, tuloilma tulee suodattaa. Ilmansuodattimet luokitellaan standardin SFS-EN 779 (2012) mukaisesti erotusasteidensa perusteella karkeasuodattimiksi (G1-G4), perussuodattimiksi (M5-M6) ja hienosuodattimiksi (F7-F9). Harvemmin ilmanvaihtolaitoksissa käytettäviä, edellä mainittuja korkeamman erotusasteen suodattimia ovat EPA-, HEPA- ja ULPA-suodattimet (E10-U17). (Koskinen & Holmberg 2014, 218-221.)

Koska M-alkuinen perussuodatinluokka tuli uutena luokkana vuonna 2012 (SFS-EN 779 2012, 5), esimerkiksi Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) luokittelee M5- ja M6-suodattimet kumotun standardin mukaan hienosuodattimien F-luokkaan (F5 ja F6). Joskus suodatinluokat on ilmoitettu Eurovent-luokituksen mukaan, missä numerointi vastaa EN 779:ää, mutta vaihtuvien kirjaimien sijasta numeron edessä on aina kirjainyhdistelmä EU. Esimerkiksi luokan EU 9 suodatin vastaa erotusasteeltaan luokan F9 suodatinta, jne. Myös korkeimpien asteiden (10-12) suodattimien etukirjain saattaa olla E:n sijasta H (esim. H11), vaikka standardin SFS-EN 1822-1 (2010) mukaan H-luokassa (HEPA-suodattimet)

ovat numeroinnit 13-14 ja numeroinnit 10-12 ovat E-luokan EPA-suodattimia (SFS-EN 1822-1 2010, 6-7). Kirjainten sijaan kannattaakin keskittyä enemmän kirjaimien perässä oleviin numeroihin; mitä suurempi luku, sitä parempi erotusaste.

Rakentamismääräyskokoelman osa D2 (2012) ohjeistaa, että käytetty tuloilman suodatusratkaisu suodattaisi 80 % 1,0 µm:n kokoisista hiukkasista. Tämä tarkoittaa, että yksiportaisessa suodatuksessa tulisi käyttää luokan F7-suodatinta. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 11.)

Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan puhtausluokitellussa (P1 tai P2) ilmanvaihtojärjestelmässä tulisi olla kaksiportainen suodatus, jonka erotusaste vastaa suodatusluokkaa F6(M6)-F9, riippuen kohteen sijainnista ja sisäilmastoluokasta (S1-S3) (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 15).

Puhtaan ilmanvaihdon suunnitteluohjeessa (2002) suositellaan, että tuloilman suodatus suunniteltaisiin kaksoissuodatuksella siten, että ilman virtaussuunnassa ennen LTO-laitteistoa olisi luokan EU5(M5) perussuodatin ja lämmityspatterin jälkeen luokan EU8(F8) hienosuodatin. Karkeampi suodatin ennen lämmöntalteenottolaitteistoa suojaa sitä likaantumiselta. Hienosuodattimen asentaminen lämmitettyyn ilmapvirtaan taas auttaa hienosuodatinta pysymään kuivana ja ehkäisee täten mikrobikasvua. (Ripatti ym. 2002, 39.)

Myös Koskinen ja Holmberg (2014) ohjeistavat tuloilman kaksivaiheiseen suodatukseseen. Ilman virtaussuunnassa lähelle ulkoilmaa tulisi sijoittaa mieluiten F7-luokan suodatin ja puhaltimen jälkeen F9-luokan suodatin. (Koskinen & Holmberg 2014, 248.)

Alla olevassa taulukossa (taulukko 2) on esitetty edellä mainituille vaihtoehdoille erotusasteet EN 779:n mukaan. Kaksoissuodatuksissa yhteiserotusasteet on laskettu Koskinen ja Holmbergin esimerkkien mukaan läpäisyasteista (Koskinen & Holmberg 2014, 218-219, 223).

Taulukko 2. Suositellut suodatusluokat tuloilmalle.

Lähde	Suosittelava suodatus	Vähimmäiserotusaste (0,4 µm hiukkaset)	Keskim. erotusaste (0,4 µm hiukkaset)
RakMK D2 (2012)	F7	35 %	85 %
Sisäilmastoluokitus 2008 (2009)	F8 (S1-luokka)*	55 %	93 %
Ripatti ym. (2002)	M5+F8	56 %	96 %
Koskinen & Holmberg (2014)	F7+F9	81 %	99 %
<i>*kaksiportainen suodatus, jonka erotusaste vastaa taulukon arvoja</i>			

Kuten luvussa 2.3 todettiin, 0,4 µm:n kokoiset hiukkaset ovat suodatuksen kannalta hankalia. Taulukosta 2 nähdään, että keskimääräinen erotusaste edellä mainitulla kokoasteella on kuitenkin hyvä kaikilla vaihtoehdoilla. Vähimmäiserotusasteita tarkastellessa kaksoissuodatus hienosuodattimilla (F7+F9) on kuitenkin selkeästi tehokkain.

Suodattimet voidaan jaotella suodatinluokkien lisäksi myös suodatintyypeittäin. Yleisimmin ilmanvaihtokoneissa käytetään mekaanista kuitusuodatinta, joka voi olla myös sähköisesti varattu eli ns. elektreettisuodatin. Pelkkään sähköstaattiseen vuorovaikutukseen perustuvia sähkösuodattimia käytetään normaaleissa ilmanvaihtolaitteistoissa harvoin. Toinen vähemmän käytetty suodatintyyppi on kemialliset suodattimet, joihin kuuluvat mm. kaasusuodattimet (esim. aktiivihiilisuodatin) sekä ultraviolettivaloa käyttävät UVC-laitteet. (Holopainen ym. 2008, 75; Koskinen & Holmberg 2014 223-232.)

Suodattimet aiheuttavat painehäviötä. Kuitusuodattimen painehäviön suuruuteen vaikuttavat suodattimen malli (esim. kasetti-, pussi- tai laajapintasuodatin), suodatinmateriaali (esim. lasi- tai polymeerikuitu), materiaalin määrä (tehollinen pinta-ala) sekä suodattimen rakenne (Koskinen & Holmberg 2014, 212-214).

Painehäviö riippuu myös ilmavirran suuruudesta. Mitä suurempi ilmavirta, sitä suurempi on suodattimen alkupainehäviö, eli puhtaan suodattimen aiheuttama painehäviö. Kun kuitusuodatin likaantuu, painehäviö kasvaa. Kuitusuodattimille on usein asetettu sallittu loppupainehäviö, eli arvo, jonka saavuttaessaan suodatin vaihdetaan tai puhdistetaan. Jos

suodattimen alkupainehäviö on pieni, suodatin voi kerätä enemmän pölyä ennen kuin lopupainehäviö saavutetaan. Suurella alkupainehäviöllä sallittu paineen nousu taas on pienempi. Paitsi että pienempi ilmavirta aiheuttaa pienemmän alkupainehäviön, se myös pienentää pölymäärän lisääntymisnopeutta suodattimessa. Lisäksi hienosuodattimien erotusaste pienimmille hiukkasille paranee, kun ilmavirta pienenee. (Koskinen & Holmberg 2014, 236-237.)

Tällä hetkellä yleisin suodatustapa on käyttää ilmanvaihtokoneen suodatinta. Suodattimia voidaan asentaa myös kanavaan tai päätelaitteisiin. Björkrothin ym. (2006) tekemän tutkimuksen mukaan päätelaite-suodatin laskee pienimpien hiukkasten pitoisuutta huoneilmassa riippumatta siitä, minkä tasoinen suodatin ilmanvaihtokoneessa oli. F6-luokan suodattimella ero oli merkittävin, mutta vähäistä eroa saatiin jopa H11-luokan suodattimella. (Björkroth ym. 2006, 135-140.)

Tulevaisuudessa markkinoilla tullaan luultavasti näkemään myös sisäilmaa puhdistavia ilmanjakolaitteita, jotka sekundääri-ilmavirtaa hyödyntäen puhdistavat tuloilman lisäksi huoneessa jo olevaa ilmaa. Tällainen päätelaitteen ja ilmanpuhdistimen yhdistelmä voisi auttaa suodattamaan tuloilman lisäksi vuotoilmasta peräisin olevia hiukkasmaisia epäpuhtauksia. (Enbom ym. 2014, 81-85.)

Hiukkasmaisten epäpuhtauksien vähentämiseen sisäilmassa tulisi ensisijaisesti käyttää tuloilman tehokasta suodatusta tilaan tuotavien ilmanpuhdistimien sijaan. Vaikka huoneilman puhdistin olisi erotusasteeltaan hyvä, voi sen vaikutus huoneilman hiukkaspitoisuuteen jäädä vähäiseksi, kuten kävi Björkrothin ym. (2006) tutkimuksessa. Lehtimäen ja Taipaleen (2011) tekemässä tutkimuksessa kaksi täydellä teholla käynnystä ilmanpuhdistinta alensi sisäilman hiukkaspitoisuutta saman verran kuin tuuletusluukkuun asennettu suodatin. Hiukkaspitoisuuden merkittävään alenemaan tarvittaisiinkin useita täydellä teholla käyviä ilmanpuhdistimia, jotka vievät tilaa, tuovat lämpökuormia ja aiheuttavat melua. Mikäli ilmanpuhdistimien käyttö kuitenkin on aivan välttämätöntä, on ensiarvoisen tärkeää varmistua siitä, etteivät ne tuota sisäilmaan vaarallista otsonia. (Lehtimäki & Taipale 2011, 162-164; Björkroth ym. 2006, 135-140; Enbom ym. 2014, 81.)

Hyvään suodatustulokseen siis päästään, kun käytetään ilmanvaihtokoneen tulopuolella kaksoissuodatusta. Tuloilman suodatus voidaan suunnitella esimerkiksi siten, että ensimmäisenä portaana toimiva, matalamman erotusasteen (vähintään M5, mieluiten F7) pitkä

pussisuodatin asennetaan lähelle ulkoilmaa ja toisena portaana toimiva, korkeamman erotusasteen (vähintään F7, mieluiten F9) laajapintasuodatin asennetaan ilman virtaussuunnassa lämmityspatterin jälkeen puhaltimen painepuolelle. Poistoilmajärjestelmään asennetaan vähintään luokan M5 suodatin suojaamaan sitä epäpuhtauksilta. Suodattimina käytetään tiiviskehikkoisia, vakiokokoisia (otsapintamitoiltaan 592 x 592 mm) suodattimia, jotka lukittuvat tiiviisti. (Ripatti ym. 2002, 38-39; Koskinen & Holmberg 2014, 234, 248-249.)

Ilmansuodattimien vaihtoväli määritellään toisinaan suodattimen yli mitattavalla paine-erolla. Ennalta määritetty loppupainehäviö ei kuitenkaan välttämättä korreloi suodattimen pölykertymään ja siitä aiheutuneeseen hajuun tarpeeksi hyvin. Paine-eron sijaan tulisi tarkastella suodattimen likaisuutta. Jatkuva tarkkailu on kuitenkin hankalaa, joten parempi tapa on varmistaa säännöllinen ja riittävän tiheä vaihtoväli ajoittamalla vaihto kalenterin mukaan. Kaksiportaisessa suodatuksessa ensimmäisenä oleva suodatin olisi hyvä vaihtaa syksyisin ja keväisin. Toisena oleva suodatin tulisi vaihtaa vähintään syksyisin. Käytetty suodatin irrotetaan varovasti, siirretään suljettavaan muovipussiin ravistamatta ja hävitetään asianmukaisesti. Suodattimen vaihdon yhteydessä on hyvä puhdistaa myös suodatinkammio ja lämmönsiirtimien (lämmitys, jäähdytys ja LTO) pinnat. (Ripatti ym. 2002, 39; Holopainen ym. 2008, 76; Koskinen & Holmberg 2014, 248-249.)

3.1.4 Äänenvaimentimet

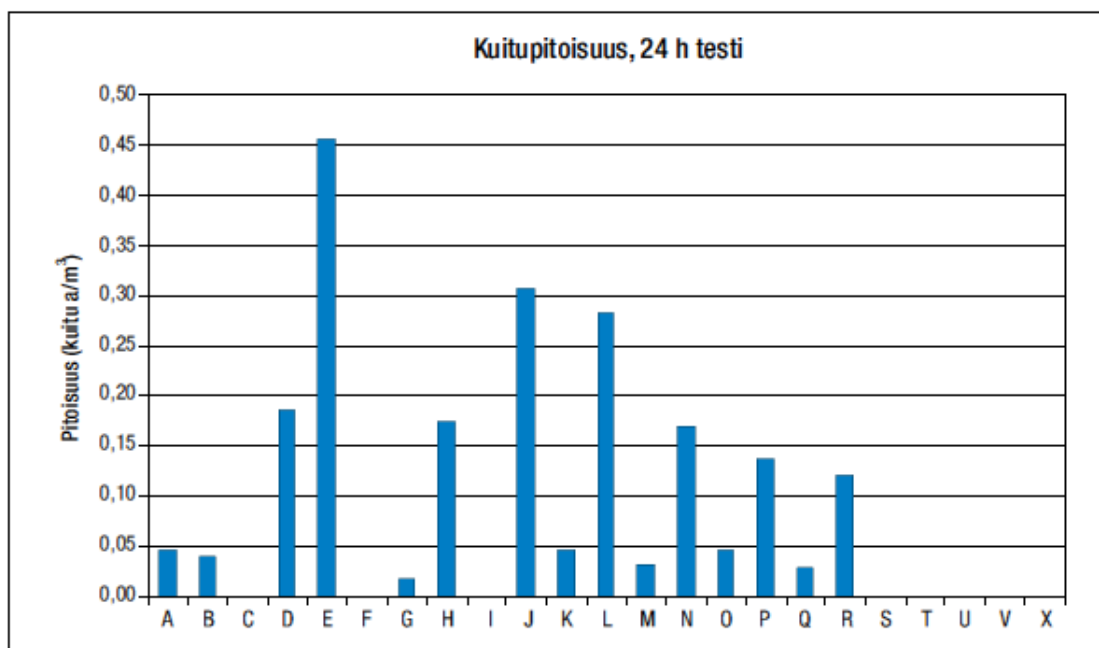
Äänenvaimentimia käytetään ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevan melun vaimentamiseen. Ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimilla pyritään vaimentamaan puhaltimen aiheuttamaa ääntä. Kanavaäänenvaimentimia voidaan käyttää esimerkiksi säätö- ja palopeltien jälkeen, jos peltien aiheuttama pyörteily synnyttää liikaa virtausmelua. Lisävaimennusta kanavistosta tulevalle melulle saadaan päätelaitteiden ja niiden mahdollisten liitäntälaatikoiden vaimennuksella. (Sandberg 2014, 64.)

Eniten käytetyt äänenvaimennusmateriaalit ilmanvaihtojärjestelmissä ovat viime aikoina yleistynyt polyesteri sekä aiemmin lähes poikkeuksetta käytetty lasi- tai kivivilla, jota on alettu päällystää kuitukankaalla ja/tai reikälevyllä.

Sisäilmastoluokitus 2008:n (2009) mukaan äänenvaimentimista ei saa päästä ilmaan hiukkasia, kuituja tai muita epäpuhtauksia. Täristyskokeessa äänenvaimentimesta irtoa-vien kuitujen kokonaispitoisuuden on oltava alle 10 kpl/m^3 . Puhdistuksen jälkeenkään äänenvaimentimesta ei saa irrota kuituja kuin korkeintaan $0,1 \text{ kpl/m}^3$. (Sisäilmastoluoki-tus 2008 2009, 19.)

Eri valmistajien Ø160 mm kanavaäänenvaimentimien kuitupäästöjä tutkittiin laboratorio-kokeissa vuosina 2003-2005 osana Tekesin ja teollisuuden rahoittamaa ILMI-tutkimus-hanketta. Vaimentimien äänenvaimennusmateriaalina toimi mineraalivilla, jonka päällä oli useimmissa tapauksissa kuituharso ja reikäpelti. (Kovanen, ym. 2006, 159; Tossavai-nen ym. 2006, 155.)

Testejä tehtiin eri menetelmillä (ilmavirta, täristys, harjaus). Testeissä ilman tilavuusvirta oli 80 l/s ja ilman nopeus noin 4 m/s . Alla olevassa kuvassa 5 on esitetty tulokset 24 h ilmavirtatestistä. (Kovanen, ym. 2006, 159; Tossavainen ym. 2006, 156.)



KUVA 5. Eri äänenvaimentimien aiheuttamat kuitupitoisuudet 24 h ilmavirtatestissä (Tossavainen ym. 2006, 157)

Kuvasta 5 nähdään, että kuitupitoisuudet vaihtelivat huomattavasti. Yli puolet testatuista tuotteista ylitti Sisäilmaluokitus 2008:n raja-arvon $0,1 \text{ kuitua/m}^3$. Tulee huomata, että tuotteiden C, F, I, S, T, U, V ja X aiheuttama kuitupitoisuus ei ole 0 kuitua/m^3 , vaan

kyseisille tuotteille ei tehty lainkaan em. testiä (Kovanen ym. 2006, 162). Sen vuoksi niiden aiheuttamaa kuitupitoisuutta ei ole esitetty.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että mineraalivillaisista äänenvaimentimista irtoaa aina jonkin verran kuituja, vaikka villa olisikin päällystetty. Sen lisäksi mineraalivillainen äänenvaimennin voi kastuessaan vapauttaa formaldehydiä tai toimia mikrobien kasvualustana.

Alla olevassa kuvassa 6 on vuonna 2007 rakennetun asuinkerrostalon kylpyhuoneen poistoilmaventtiili. Venttiilin keskellä on mineraalivillainen äänenvaimennuspatruuna, jonka päällä on suojakangas.



Kuva 6. Mikrobikasvustoa poistoilmaventtiilissä (Kuva: Saara Vänskä 2015)

Kuvasta 6 nähdään, että mineraalivillainen äänenvaimennin on niin täynnä mikrobikasvustoa, että suojakangas on lähtenyt irti. Vaahtomuovisessa tiivisteessä mikrobikasvua ei näy.

Sisäilman kannalta mineraalivillaa parempi valinta ovat äänenvaimentimet, joiden äänenvaimennusmateriaalina on päästötön polyesterikuitu. Äänenvaimentimissa käytetty polyesteri on lisäksi kosteusteknisten ominaisuuksiensa vuoksi huono kasvualusta mikrobeille (Lindab 2014).

Ilmanvaihtokoneissa käytettyjen äänenvaimentimien tulee olla ulosvedettäviä ja vesipesyttäviä, ja ne puhdistetaan samaan aikaan muun ilmanvaihtokoneen kanssa. Kanavaään-

vaimentimet puhdistetaan samalla kuin muukin kanavisto. Päätelaitteiden äänenvaimennuspatruunat ja liitäntälaatikoissa oleva vaimennusmateriaali puhdistetaan päätelaitteiden perusteellisemmän puhdistuksen yhteydessä.

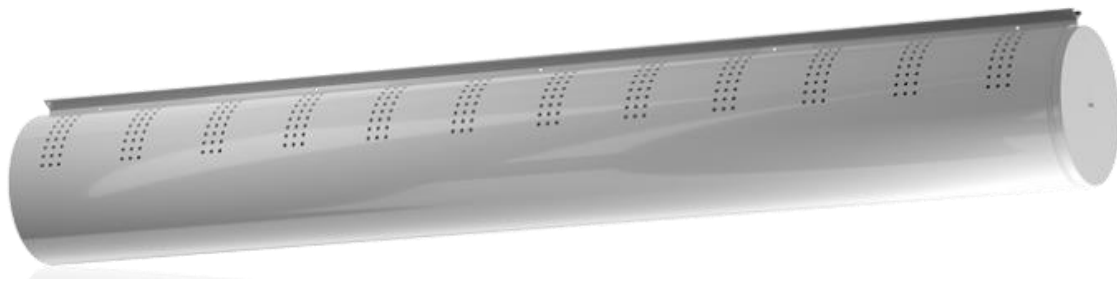
3.1.5 Päätelaitteet

Päätelaitteiden, eli tulo- ja poistoilmaelimien tehtävä on jakaa puhdasta tuloilmaa tasaisesti ja vedottomasti sekä poistaa likaista ilmaa hallitusti. Laadukkaasti suunnitellun, asennetun ja huolletun ilmanvaihtolaitteiston päätelaitteet eivät vingu tai pidä muutakaan melua, eivät aiheuta vedon tunnetta, eikä niistä irtoa epäpuhtauksia ilmaan.

Erilaisia tuloilmalaitteita ovat mm. suutinkanavat, rei'itetyt hajottajat, lautashajottajat, kartiohajottajat, monisuutinhajottajat, pyörrevirtahajottajat, suutinhajottajat, rakohajottajat ja säleiköt. Poistoilmalaitteista yleisimpiä ovat poistoilmaventtiilit ja -säleiköt. Tulo- ja poistoilmalaitteita on saatavilla uppoasennukseen, pinta-asennukseen ja vapaaseen asennukseen. Jotkut päätelaitteet tarvitsevat liitäntälaatikon, joihinkin se ei sovi ja jotkut päätelaitteet toimivat sekä liitäntälaatikolla että ilman. Liitäntälaatikon tehtävä on alentaa painetta ja ilman nopeutta, jolloin ilmavirta voidaan johtaa huoneeseen tasaisesti, eikä ylimääräisestä pyörteilystä syntyviä häiriöitä esiinny. Liitäntälaatikoilla pystytään myös mittaamaan ja säätämään ilmavirtaa sekä vaimentamaan kanavamelua. (Kosonen & Sandberg 2014, 232-236.)

Sen lisäksi, että suunnitellun päätelaitteen tulee sopia haluttuun tilaan, käyttötarkoitukseen ja ilmanjakotapaan kokonsa, heittokuvionsa ja muiden teknisten ominaisuuksiensa puolesta, tulee päätelaitteen olla myös helposti puhdistettavissa. Päätelaitteiden pitäminen puhtaana on tärkeää, sillä pöly ja rasvainen lika haittaavat ilman virtausta, lisäävät painehäviötä ja saattavat jopa vaikuttaa päätelaitteiden heittokuvioihin.

Suutinkanavat on todella helppo pitää puhtaina, jos niiden ulkopinta on sileä, kuten kuvassa 7. Tällöin pyyhkiminen käy helposti esimerkiksi kalustemopilla.



Kuva 7. Sileäpintainen suutinkanava (Kuva: <http://www.climecon.fi/uploadkuvat/tuotekuvat/ROL24.png>)

Joissain malleissa, kuten kuvassa 8, reikien röpelöiset reunat kuitenkin nousevat kanavan pinnasta ylös, jolloin pyyhintäväline jää niihin kiinni ja puhdistaminen on erittäin hankalaa.



Kuva 8. Vaikeasti puhdistettava suutinkanava (Kuva: http://onninen.procus.fi/documents/tn800/12407/4/0/Activent360_300dpi.jpg)

Venttiilimalliset päätelaitteet voidaan yleensä poistaa puhdistusta varten kiertämällä niitä vastapäivään. Jos venttiiliä ei saa tai osaa irrottaa, sen voi imuroida tai pyyhkiä liasta ja pölystä päällisin puolin. Irti kierretty venttiilit, joissa ei ole äänenvaimennusmateriaalia, voidaan pestä miedolla pesuaineliuksella ja huuhdella juoksevilla vedellä. Pesun ajaksi venttiilistä irrotetaan tiivisteosa. Lopuksi venttiili kuivataan hyvin.

Joissain poistoilmaventtiilimalleissa kuppiosa voidaan irrottaa rungosta, kuten on tehty kuvassa 9. Kuppiosan irrotus helpottaa puhdistusta, mutta ennen irrotusta on varmistuttava, ettei vahingossa muuta venttiilin säätöasentoa.



Kuva 9. Poistoilmaventtiilin osat (Kuva: Timo Kaasalainen 2015)

Kuppiosassa saattaa olla joko polyesterikuituinen (kuva 9) tai suojakankaalla päällystetty mineraalivillainen (kuva 10) äänenvaimennuspatruuna, joka mallista riippuen voidaan irrottaa kuppiosasta. Jos äänenvaimennuspatruunaa ei saa pois, sen voi imuroida tai kuivaharjata paikallaan.



Kuva 10. Mineraalivillainen äänenvaimennuspatruuna (Kuva: Saara Vänskä 2016)

Etulevylliset päätelaitteet voidaan etulevyn pyyhkimisen lisäksi avata ja puhdistaa myös sisäpuolelta. Jos päätelaitteessa tai liitäntälaatikossa ei ole lainkaan äänenvaimennusmateriaalia tai materiaalina on irrotettava ja pestävä polyesteri, voidaan sisäpinnat pyyhkiä kostealla. Mineraalivillalla vaimennetut tuotteet voidaan imuroida varovasti.

Päätelaitteen mallin ja äänenvaimennusmateriaalin lisäksi myös sen rungon materiaali vaikuttaa sen puhdistettavuuteen. Fläkt Woods Oy:n, Millidynen ja VTT:n kehittämät, Avalon®-pinnoitteiset CleanVent®-päätelaitteet vaativat vähemmän puhdistusta ja huoltoa, sillä VTT:n tutkimusten mukaan niiden pintaan tarttuu 40 % vähemmän pölymäistä likaa perinteiseen venttiiliin verrattuna. Kevyen puhdistuksen jälkeen tuotteessa oli pölymäistä likaa jäljellä vain neljäsosa siitä, mitä perinteisessä venttiilissä. Likaantuneiden venttiilien puhdistaminen voidaan tehdä jopa pelkällä vedellä. Pölymäisen lian lisäksi pinnoite hylkii myös rasvamaista sekä kosteuden mukanaan tuomaa likaa. (VTT:n lehdistötiedote 2008)

Asuntojen ilmanvaihdon päätelaitteita suositellaan puhdistettavaksi kaksi kertaa vuodessa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi poistoilmaventtiilin perusteellista puhdistamista niin, että se irrotetaan pesun ajaksi. Koulurakennuksissa päätelaitteiden puhdistaminen tarkoittaa kuitenkin yleensä vain ulkopintojen pyyhkimistä pölystä kuivalla välineellä. Ensimmäisessä case-kohteessa ilmanvaihdon päätelaitteet puhdistettiin neljä kertaa vuodessa, toisessa kohteessa pari kertaa ja kolmannessa kerran vuodessa (liite 1, 2; liite 2, 1; liite 3, 2).

Myös sähköisen kyselyn hajonta oli suurta. Kysymykseen ”kuinka usein sinua on ohjeistettu puhdistamaan ilmanvaihdon päätelaitteet (tulo- ja poistoilmaelimet)?” vastausvaihtoehdot 3 kk, 6 kk ja 1 v saivat kaikki yhden vastauksen ja 1 kk kaksi vastausta. Kaksi vastasi, että heitä on ohjeistettu puhdistamaan ne silloin, kun ne näyttävät likaisilta. Kuutta vastaajaa ei ollut ohjeistettu mitenkään, joista neljän mielestä päätelaitteiden puhdistus ei edes kuulu heille. 46 % vastaajista oli kuitenkin sitä mieltä, että päätelaitteet tulisi puhdistaa kerran kuukaudessa ja 15 % mielestä sitäkin useammin eli kerran viikossa. (Liite 4, 4.)

Kaikki päätelaitteet olisi hyvä puhdistaa perusteellisemmin myös sisäpuolelta mieluiten vuosittain, mutta vähintään viiden vuoden välein kanaviston puhdistuksen yhteydessä. Kanavistojen puhdistuksiin erikoistuneet yritykset osaavat varoa muuttamasta ilmavirtojen säätöjä, mutta voivat tarvittaessa myös tasapainottaa kanaviston uudestaan. Siivoojien toimesta pölyt olisi hyvä pyyhkiä päätelaitteiden näkyvillä olevilta pinnoilta neljä kertaa vuodessa.

3.2 Jäähdytys

Suomessa rakennuksien jäähdytystarve on yleensä suurinta kesäkuukausina, jolloin koulurakennuksien käyttö on vähäistä. Tavanomaisten koulurakennuksien teorialuokkien lämpökuormien poisto onkin toteutettu yleensä pelkällä ilmanvaihhdolla. Tietokonehuoneissa tai muissa paljon lämpöä tuottavissa tiloissa saattaa olla jäähdytysjärjestelmän huonelaitteita, kuten aktiivi- tai passiivipalkkeja tai puhallinkonvektoreita. (Jokinen, Pessi & Laine 2014, 334-335.)

Aktiivipalkit ja puhallinkonvektorit kierrättävät huoneilmaa tehokkaasti lävitseen. Kun huoneilma kiertää jäähdytyspatterin lamellien läpi, huoneilman epäpuhtaudet deposoituvat lämmönsiirtopintaan, ja jäähdytyspatteri likaantuu. Epäpuhtaudet lämmönsiirtopinnalla heikentävät jäähdytystehoa. Kondensoivissa jäähdytyksen huonelaitteissa likaiseen lämmönsiirtopintaan tiivistyvä vesi tarjoaa lisäksi mikrobeille niiden kasvun mahdollistavaa kosteutta. Tuloilmaa jakavissa aktiivipalkkeissa tuloilmasuuttimien likaantuminen voi lisäksi vaikeuttaa ilman virtaamista suunnitellusti. (Holopainen ym. 2012, 22; Ripatti & Sandberg 2014, 146.)

Konvektioon perustuvien jäähdytyksen huonelaitteiden lämmönsiirtopintojen puhdistusväleistä annetaan erilaisia ohjeita. Tarkistus- ja puhdistusväliksi suositellaan lähteestä riippuen 4 kk-5 vuotta. Likaantumisenopeuteen vaikuttavat mm. jäähdytyksen huonelaitteen tyyppi, sen läpi kulkevan ilmavirran määrä sekä huoneilman epäpuhtauspitoisuus. Jotta puhdistusväli ei pääsisi venymään liian pitkäksi, olisi jäähdytyksen huonelaitteiden puhtaus hyvä tarkastaa vuosittain. Likaantuneet lämmönsiirtopinnat puhdistetaan imuroimalla ja laitteiden rungot ja etulevyt pyyhitään kostealla siivouspyyhkeellä. Puhallinkonvektoreissa on lisäksi suodatin, joka olisi hyvä vaihtaa vuoden välein. (Holopainen ym. 2012, 22; Kosonen & Sandberg 2014, 237; Ripatti & Sandberg 2014, 146.)

Sähköiseen kyselyyn jäähdytyspalkkien puhdistuksesta vastasi ainoastaan 3 henkilöä. Ennen kysymyksiä oli maininta: ”Jos siivoamissasi kohteissa ei ole jäähdytyspalkkeja, eikä sinulla ole kokemusta jäähdytyspalkkien siivoamisesta, voit jatkaa suoraan seuraavalle sivulle.” Tämä varmasti karsi vastausten määrää. Vastanneista kolmesta henkilöstä kukaan ei tiennyt, miten jäähdytyspalkit tulisi puhdistaa. Kahta vastaajaa ei ollut ohjeistettu puhdistuksen määräväleistä mitenkään, ja toinen heistä vastasi lisäksi, ettei puhdistus kuulu hänelle. (Liite 4, 5-6.)

Jäähdytyksen päätelaitteiden puhdistusvastuu tulisi selkeästi osoittaa jollekulle. Paula Veikkolaisen (2014) opinnäytetyössä jäähdytyksen huonelaitteiden puhdistusta ei ollut resursoitu kenellekään, jolloin niitä ei ollut myöskään puhdistettu kertaakaan. Opinnäytetyössä vertailtiin kahta toimistorakennusta, joista toisessa oli aktiivipalkit ja toisessa jäähdytyspaneelit. Tutkimuksen mukaan jäähdytyspaneeleilla jäähdytetyssä toimistossa käyttäjät olivat tyytyväisempiä sisäolosuhteisiin kuin aktiivipalkkikohteessa, jossa vedon tunnetta koettiin selvästi enemmän. Veikkolaisen mukaan jäähdytyspaneelien huollontarve ja huollosta koituvat käyttökustannukset ovat jäähdytyspalkkeja alhaisemmat, sillä lähes huoltovapaina ne kaipaavat ainoastaan paneelin pinnan pyyhinnän. (Veikkolainen 2014, 33, 41, 48-49.)

Puhtaanapidon näkökulmasta palkkeja ja konvektoreita parempi vaihtoehto tilojen jäähdytykseen olisivatkin juuri jäähdytyspaneelit. Yleensä kattoon asennettavien jäähdytyspaneelien teho perustuu konvektiota enemmän säteilyyn. Koska ilma ei kulje paneelin läpi, vaan ainoastaan sen pintaa pitkin, puhtaanapitoon riittää pelkkä näkyvillä olevan lämmönsiirtopinnan pyyhintä esimerkiksi mikrokuituisella kalustemopilla. Tämä puhdistustyö voidaan tehdä helposti normaalsiivouksen ohella, toisin kuin esimerkiksi aktiivipalkkien puhdistustyö, joka pitää ajoittaa käyttöajan ulkopuolelle. Kattoasenteisten säteilijöiden muita hyviä ominaisuuksia on kerrottu luvussa 3.3.3.

Sisäilman kannalta huonoin ratkaisu ovat sellaiset alakattoon asennettavat palkit, joissa jäähdytettävä ilma kiertää joko pakotetulla tai luonnollisella konvektiolla myös alakaton yläpuolella. Väli tilassa kulkeva pöly ja epäpuhtaudet aiheuttavat palokuormaa ja huonontavat sisäilman laatua. Tällaisesta alakaton yläpuoleisesta kiertoreitistä onkin uusissa palkeissa onneksi luovuttu, mutta näitä ns. avoimia jäähdytyspalkkeja voi löytyä vielä käytöstä. Rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan myös alakaton tulee olla rakenteeltaan helposti puhdistettavissa, jos ilma kiertää alakaton yläpuoleisessa tilassa. (Ruponen 2001, 223-225; Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2 2012, 20.)

3.3 Lämmitys

Jotta rakennuksissa pysyisi myös kylminä vuodenaikoina haluttu sisälämpötila, niitä täytyy lämmittää. Tässä työssä ei käydä syvällisemmin läpi erilaisia lämmöntuottotapoja,

vaan ainoastaan lämmönjakotapoja. Yleisimmät lämmönjakotavat ovat seinille sijoitetut radiaattori- tai konvektorimalliset lämmityspatterit sekä lattialämmitys. Sekä patterit että lattialämmitys voidaan toteuttaa joko suljetulla vesikeskuslämmityksellä tai suoralla sähkölämmityksellä.

Rakennuksia voidaan lämmittää myös esimerkiksi ilmalämmityksellä. Ilmalämmitys voidaan toteuttaa ilmanvaihdon yhteydessä tuloilmakanaviston kautta tai huonekohtaisilla puhallinkonvektoreilla, kuten ilmalämpöpumpun sisäyksiköillä, tuulikaappikojeilla tai isoissa halleissa yleisillä kiertoilmakojeilla. Ilmanvaihtokanaviston puhdistus on käyty läpi luvussa 3.1.2 ja puhallinkonvektorien luvussa 3.2, joten niitä ei käsitellä tässä enää erikseen.

3.3.1 Lämmityspatterit

Lämmityspatterit jaotellaan pääasiallisen lämmönsiirtotapansa mukaan joko radiaattoreiksi tai konvektoreiksi. Radiaattorit luovuttavat lämpöä ensisijaisesti säteilemällä, mutta myös konvektiolla eli huoneilman virtauksien avulla. Vastaavasti konvektoreiden pääasiallinen lämmönsiirtotapa on konvektio, mutta myös ne säteilevät lämpöä ympäristöönsä.

Koska pölykerros lämmönsiirtopinnoilla toimii eristeenä ja vähentää lämmön siirtymistä, lämmityspattereiden pinnat tulisi pyyhkiä tasaisin väliajoin pölystä. Radiaattorimallisisäkin pattereissa on kuitenkin usein konvektiolamellit, jotka vaikeuttavat puhdistusta. Jos patterissa on lisäksi päälliritiä sekä umpinaiset päätylevyt, kuten kuvassa 11, lämmityspatterin puhdistaminen on todella hankalaa jopa tarkoitukseen kehitetyllä patteriharjalla tai pölynimurin suulakkeella.



Kuva 11. Radiaattori konvektiolamelleilla, päätylevyillä ja päälliritillä (Kuva: Saara Vänskä 2016)

Lämmityspatterien pinnat voidaan irtopölyn poistamisen jälkeen pyyhkiä kostealla siivouspyyhkeellä. Puhdistukseen voi käyttää mietoa puhdistusaineliuosta, joka ei sisällä ammoniakkia tai hankaavia ainesosia.

Sähköisen siivouskyselyn perusteella lämmityspattereiden siivoustaajuus vaihtelee kuu-kaudesta (25 %) vuoteen (25 %). Yhtä suuri osuus vastanneista (25 %) kertoi puhdistavansa patterit silloin, kun ne näyttävät likaisilta ja osaa ei ole ohjeistettu mitenkään. Kyselyyn vastanneista kolmanneksen mielestä patterit pitäisi kuitenkin puhdistaa kuukauden välein ja kolmanneksen mielestä kolmen kuukauden välein. Ainoastaan yksi kahdestatoista vastaajasta piti vuoden määräväliä sopivana.

COMBI-kohteiden siivoojien teemahaastattelujen vastaukset olivat yhteneväiset; haastatellut siivoojat kertoivat, että koulukohteissa lämmityspatterit puhdistetaan kerran vuodessa, yleensä kesäisin peruspesujen yhteydessä. Välineenä käytetään yleensä patteriharjaa.

Radiaattoreita on saatavana myös ilman konvektiolamelleja, päätylevyjä ja päälliritilää. Vesikiertoista patteriverkostoa saneerattaessa kannattaisikin miettiä lämmityspattereiden vaihtamista tällaisiin hygieenisempiin malleihin. Uudisrakennuksiin taas on olemassa pattereita helpommin puhtaana pidettäviä ja seinäpinnat vapaaksi jättäviä lämmönjakotapoja. Uudisrakennuksia koskevien energiatehokkuusmääräyksien vuoksi ikkunoiden U-arvot ovat lisäksi useimmiten niin matalia, ettei ikkunoiden huurtumista tarvitse ehkäistä niiden alle sijoitetuilla pattereilla.

3.3.2 Lattialämmitys

Lattialämmitys voidaan toteuttaa sähköisesti, vesikiertoisesti tai lämpimällä ilmalla. Sähköinen lattialämmitys toteutetaan yleensä valamalla lämmityskaapeli betonin sisään. Sitä on saatavana myös ohuena mattona, joka voidaan asentaa tarvittaessa vaikka vanhan lattian päälle, mikä tekee siitä helpon ratkaisun remonttikohteisiin. Sähköinen lattialämmitys ei tarvitse ilmaamista, eikä lämmityskaapelin vioittuminen aiheuta kosteusvaurio riskiä, toisin kuin vesikiertoisen lattialämmityspotken vaurioituminen.

Maanvaraisessa betonilaatassa oleva lattialämmitys varaa lämpöä betoniin ja lämmittää samalla jonkin verran myös alapuolista maaperää. Lattialämmityksen kanssa tulisi käyttää normaalia enemmän lämmöneristettä, jotta lämmitettävän betonilaatan alla olevan maan lämpötila ei nousisi liikaa. Lattialämmitystä tulisi lisäksi pitää toiminnassa aina, jotta betonilaatta ei viilenisi lämmityskauden ulkopuolella alla olevan maan lämpötilaan. Jos betonilaatta ja maaperä ovat saman lämpöisiä, maaperästä siirtyy herkemmin kosteutta betonilaattaan. Lattialämmitys ei estä kosteuden nousua, mutta se nopeuttaa kosteuden haihtumista lattian pinnalta sillä oletuksella, että myös lattiapäällyste läpäisee kosteutta. Jos ylöspäin pyrkivä kosteus ei pääse haihtumaan, vaan se tiivistyy esimerkiksi muovimaton alle, se voi aiheuttaa sisäilmaongelmia. (Sisäilmayhdistys ry 2008d; Työterveyslaitos 2011b.)

Kuluttajien saatavilla on ollut jo vuosia myös ilmakiertoisia lattialämmitysratkaisuja. Viime vuosina markkinoille on tullut ilmakiertoinen lattialämmitys, jossa on rei'itetty lämmityspotkisto. Rei'itys mahdollistaa betonissa olevan kosteuden siirtymisen putkistossa kiertävään ilmaan, minkä vuoksi ratkaisua on markkinoitu kuivattavana järjestelmänä. Suljetun ilmakierron ilmaa ei kuitenkaan asumisaikana varsinaisesti kuivata mitenkään, vaan kosteus pyrkii tasaantumaan järjestelmän lämmönlähteenä toimivan takan rakenteisiin (Lehtimäki 2016). Jos lattiapäällyste tai -pinnoite on hengittävä, niin yhtälailla vesikiertoinen ja sähköinen lattialämmitys edistävät kosteuden haihtumista betonilaatasta nostamalla laatan lämpötilaa.

3.3.3 Kattosäteilijät

Vesikiertoiset kattosäteilijät ovat jäähdytyspaneelien kaltaisia umpinaisia levyjä, joiden sisällä kiertävissä putkissa kiertää kylmän veden sijaan lämmin vesi. Markkinoilla on lisäksi ainakin kaksi mallia, joihin voi liittää vesipiireinä sekä lämmityksen että jäähdytyksen. Yhdistämällä jäähdytys ja lämmitys samaan tuotteeseen voidaan välttyä siltä, että rakennusta lämmitetään ja jäähdytetään samaan aikaan. Säteilyyn perustuvien paneelien helppo puhdistus on käyty läpi luvussa 3.2. Kattolämmitysjärjestelmiä on myös sähköisinä, jolloin se on yleensä piilotettuna kattorakenteeseen.

Kattosäteilijät ovat hyvä vaihtoehto lämmönjakotavaksi monestakin syystä. Koska säteilylämpö lämmittää ilman sijaan pintoja, ihminen kokee tilan lämpimämmäksi kuin mitä sisäilman lämpötila todellisuudessa on. Tämä auttaa pitämään energiankulutuksen vähäisenä. Myös tavalliset seinäradiaattorit säteilevät, mutta ne ovat usein peitettyinä isoilla kalusteilla tai niiden termostaatit ovat piilossa verhojen takana. Kattoasenteinen lämmitys säteilee huoneeseen tasaisesti ja jättää seinä- ja lattiapinnat vapaiksi.

Lattialämmityksessä varataan lämpöä suureen massaan, minkä vuoksi se reagoi hitaasti lämpökuormien muutoksiin. Luokahuoneissa lämpökuormien vaihtelu on kuitenkin suurta. Tilat ovat öisin ja viikonloppuisin tyhjiään, ja päivisin tilaan tuodaan monen kymmenen ihmisen tuottama lämpökuorma. Tämä saattaa aiheuttaa yllilämpöä tiloihin. Vähäisen varausmassansa vuoksi kattosäteilijät pystyvät säätelemään huonelämpötilaa lattialämmitystä tarkemmin ja nopeammin. Lattialämmityksen toisena huonona puolena on sen piilotettu sijainti. Jos vesikiertoisen lattialämmityksen putki vioittuu, vahinko on

hankalasti havaittavissa. Kun ongelma sitten huomataan, korjaustyöt voivat olla mittavia. Asennuspaikkansa ansiosta kattosäteilijät ovat suojassa kolhiintumiselta, minkä lisäksi vesikiertoisten kattosäteilijöiden mahdolliset vuodot tulevat nopeasti ilmi.

Lattialämmityksen kannattajat perustelevat valintaansa usein sillä, kuinka miellyttävä lämmin lattia on jaloille. Nykymääräyksien mukaan tehty alapohjan eristys on kuitenkin rakennuksissa niin hyvä, ettei lattia muutenkaan tunnu kylmältä. Nykyisin lattialämmityksen kohteen lattian pintalämpötilan ei myöskään tulisi olla yli 31 °C (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 13), eli se ei tunnu koskettaessa erityisen lämpimältä. Toisen asteen oppilaitoksien ja korkeakoulujen opiskelijat kulkevat lisäksi sisällä kengät jalassa, jolloin he eivät lattian lämpötilaa tunne. Suuressa osassa peruskoulurakennuksia, joissa oppilaat kulkevat sukkasillaan, lämmitys on toteutettu seinillä olevilla pattereilla, jotka eivät myöskään lämmitä lattiaa.

3.4 Vesikalusteet

Koulurakennuksien yleiset WC-tilat ovat kovassa käytössä. Koska käyttäjiä on paljon, vesikalusteiden valinnalla voi vaikuttaa paitsi vedenkulutukseen, myös yleiseen hygieniaan.

3.4.1 Kosketusvapaat hanat

Paitsi että automaattisesti sulkeutuvat elektroniset hanat säästävät vettä ja energiaa, ne ovat myös hygieenisempiä kuin perinteiset vipuhanat.

Mäkisen ym. (2009) vuonna 2008 eräässä sairaalassa tekemän tutkimuksen mukaan elektronisten hanojen pinnoilla oleva mikrobien kokonaismäärä oli huomattavasti pienempi kuin vipuhanoissa (Mäkinen ym. 2009, 163). Ei siis ole ihme, että myös HYGTECH-hankkeen loppuraportissa (Ahonen ym. 2015) suositellaan, että kosketusvapaita hanoja käytettäisiin julkisissa tiloissa. Raportin mukaan on viitteitä siitä, että kosketusvapaan hanan avulla voidaan parantaa pintahygieniaa. (Ahonen ym. 2015, 30-31.)

Vivuttomat ja linjakkaat kosketusvapaat hanat ovat lisäksi helppoja puhdistaa, mikä luultavasti vielä parantaa niiden hygieenisyyttä.

Myös haastatellut siivoojat toivoivat kosketusvapaita hanoja. Toisaalta hanoissa pitäisi olla siivoojien mukaan myös kääntyvä juoksuputki, jotta pesuallas olisi helppo huuhdella (liite 3, 2). Elektronisten hanojen juoksuputken täytyy kuitenkin olla samassa linjassa sensorin kanssa, jotta juoksuputken alle laitettut kädet ovat myös sensorin edessä ja pitävät veden virtaavana. Jos juoksuputki olisi kääntyvä, käsien siirtäminen sivussa olevan juoksuputken alle sammuttaisi vedentulon, kun ne eivät olisi enää sensorin edessä.

Jotta kosketusvapaat hanat huuhtelisivat altaan pintaa mahdollisimman hyvin, juoksuputken pituuden ja altaan pohjaventtiilin sijaintiin kannattaa kiinnittää huomiota. Jos hanan juoksuputki on liian lyhyt, hanasta tuleva vesi osuu huonossa tapauksessa suoraan pohjaventtiiliin, jolloin vesi ei huuhtelee altaan pintaa, vaan valuu suoraan viemäriin.

3.4.2 Pesualtaiden pintakäsittelyt

Vaikka suurin osa (69 %) internetpohjaiseen kyselyyn vastanneista siivoojista piti pesuallasta helpoimpana siivottavana asiana saniteettitiloissa (liite 4, 3), COMBI-kohteiden siivoojien haastatteluissa tuli useaan kertaan esiin pesualtaan pinnalla olevien saippua- ja meikkitahrojen poistamisen hankaluus (liite 1, 1; liite 2, 1; liite 3, 1).

Pesualtaiden valmistajatkin ovat ilmeisesti tietoisia, että kuluttajat toivovat vesikalusteilta hyvää puhdistuvuutta, sillä useilla valmistajilla on saatavilla tuotteisiinsa likaa hylkivä pintakäsittely, pinnoite tai lasite, joita he markkinoivat helposti puhdistettavana.

Ainakin Villeroy & Bochilla ja Gustavsbergillä on käytössä Ceramicplus-pinnoite. Gustavsbergin tuotepäällikön Peter Carlingin mukaan lasituksen päälle tuleva pintakäsittely pienentää veden pintajännitystä, jolloin vesi pisaroituu ja valuu pois. Pinnoite kestää tavallisia puhdistusaineita, mutta likaa hylkivän pinnan ansiosta niitä tarvitaan normaalia vähemmän. Pinnoite kestää normaalissa käytössä 5-10 vuotta. (Carling 2016.)

Marmiten valumarmorialtaissa on Evermite-niminen polymeeripinnoite ja ainakin Westerbergin ja Hafa käyttävät Easy Clean -pinnoitetta pesualtaissaan. IDO taas luottaa puhdistettavuudessa ylimääräisten pinnoitteiden sijaan Smart-lasitteeseen, jolla saavutetaan normaalia sileämpi pinta.

Siivoojien kokemuksia pinnoitteista oli vaikea saada. Sähköiseen kyselyyn vastanneista 9 ihmistä 13:sta (liite 4, 3) ja haastatteluista 7 ihmistä 8:sta (liite 1, 1; liite 2, 1; liite 3, 1) ei ollut kuullutkaan pinnoitteista.

Pesualtaiden puhdistamisessa kannattaa välttää hiovia ja hankaavia puhdistusaineita ja -välineitä. Kalkkitahrat lähtevät parhaiten happamalla, esimerkiksi tavallisella etikalla. Normaaliin ylläpitosiivoukseen riittää yleispuhdistusaine. (Korppi & Kivikallio 2010, 99.)

Pesualtaita valittaessa kannattaa kiinnittää huomiota altaan pohjan muotoon. COMBI-kohteiden haastatteluissa kävi ilmi, että kohteessa 3 olevat kulmikkaat altaat koetaan hankaliksi puhdistaa. Altaan nurkkiin jää likaa, joka on hankala poistaa. (Liite 3, 1.)

3.4.3 Seinä-WC

Perinteisen lattia-asenteisen WC-istuimen rinnalle markkinoille on viime vuosina tullut lisääntyvällä tahdilla seinäasenteisia malleja. Seinään kiinnitettävän asennuselementin sisälle jäävän huuhtelusäiliön ja viemäriputken ansiosta seinä-WC:n huuhteluäänet voivat olla lattia-asenteista hiljaisemmat.

Koska seinä-WC on irti lattiasta, lattian puhdistaminen on helpompaa. COMBI-kohteiden haastatteluissa tuli esiin, että WC-istuimen jalan siivoaminen koettiin hankalaksi ja seinä-WC:itä pidettiin toivottavina. Varsinkin, jos jalallinen WC-istuin on sijoitettu kovin lähelle seinää, sen takaa on siivoojien mukaan vaikeaa siivota (liite 1, 1; liite 3, 1). Selainpohjaiseen kyselyyn vastanneista 69 % oli sitä mieltä, että saniteettitiloissa vaikein siivottava on nimenomaan WC-istuimen taakse jäävä tila (liite 4, 2).

Puhtaanapitoa helpottaa seinäasenteisten istuinten lisäksi myös markkinoille tulleet huuhtelukauluksettomat tai avoimella huuhtelukauluksella varustetut WC-istuimet. Jos puhdistettavuuden haluaa maksimoida, kannattaa valita sellainen jalaton ja huuhtelukaulukseton WC-istuin, mikä on saatavilla jollakin edellisessä luvussa mainitulla, siivousta helpottavalla pinnoitteella.

3.5 Valaistus

Valolla on suurempi merkitys ihmisen hyvinvointiin kuin ehkä uskommekaan. Valo säätelee sisäistä kelloamme ja vaikuttaa vireystilaamme paitsi määrän, myös värilämpötilan mukaan. Koska luonto on antanut meille ilmaisen, vuorokausirytmiamme ylläpitävän valonlähteen; päivänvalon, sitä kannattaa käyttää hyödyksi sisätilojen valaistuksessa mahdollisimman paljon.

Valaistuksen osuus koulurakennusten sähköenergian kulutuksesta on tyypillisesti noin 20 % (Motiva 2015b). Talotekniikan suunnittelija voi pienentää sähkönkulutusta ja maksimoida päivänvalosta saatavan hyödyn suunnittelemalla valaistukseen päivänvalo-ohjauksen. Jos rakennukseen on suunniteltu automaattinen aurinkosuojaus (esimerkiksi automatisoidut sälekaihtimet), se kannattaa yhdistää päivänvalo-ohjaukseen. Päivänvalo-ohjauksen yhteyteen voisi lisäksi ohjelmoida hälytyksen hälyttämään, kun täydelle teholle säädetty valaistus ei enää riitä saavuttamaan tavoiteltua valaistusvoimakkuutta. Jos kaikki valaisimet ovat päällä maksimiteholla, eikä valaistusvoimakkuus riitä, lamput tai valaisimet ovat joko rikkoutuneet tai likaiset, eli tarvitsevat huoltoa. Nykyiset loisteputkivalaisimet pyyhitään pölystä usein lampunvaihdon yhteydessä, mutta eliniältään pidempien ledien yleistyessä valaisinten huoltoväli pitenee merkittävästi. Silloin myös pölyjen pyyhintä jää väliin. ”Huoltohälytyksellä” voitaisiin varmistua valaisinten säännöllisestä puhdistuksesta ja huollosta sekä optimoida siivous tehtäväksi vain tarpeen mukaan.

Sähköiseen kyselyyn vastanneista siivoojista suurin osa (83 %) vastasi tietävänsä, kuinka valaisimet ja valaisinten päälliset tulisi puhdistaa. Avoimeen kysymykseen puhdistusmenetelmistä vastasi neljä henkilöä. Kolme vastaajaa kertoi käyttävänsä pölyjen poistamiseen pölyhuiskua, ja kaksi heistä käytti valaisimien puhdistuksessa lisäksi nihkeä- tai kosteapyyhintää. Neljäs vastaaja ei kertonut pölyjen pyyhkimiseen käyttämäänsä työmenetelmää. (Liite 4, 9.)

Valaistuksen tasaisuus ehkäisee häikäistymistä ja näköväsymystä, minkä vuoksi epäsuora valaistus on yleistynyt. Epäsuorien valaisinten kattoa valaiseva yläpuoli on tyypillisesti joko rei’itettyä tai läpinäkyvää materiaalia. Puhtausteknisestä näkökulmasta katsottuna näistä kahdesta vaihtoehdosta tulisi suosia läpinäkyvää, umpinaista pintaa, joka estää pölyn pääsyn valaisimen sisään. Pöly on helpompi ja nopeampi poistaa valaisimen ulko- kuin sisäpinnoilta, minkä vuoksi valaisimet pyyhitään siivoojien toimesta usein vain

päällisin puolin. Myös sisäpuolten puhtaana pitäminen olisi tärkeää, vaikka se ei siivouksen palvelusopimukseen yleensä kuulu.

Valaisinten alumiiniset heijastinpinnat tulisi pestä lämpimällä puhdistusaineliuoksella ja huuhdella hyvin, jonka jälkeen niiden tulisi antaa kuivua. Valaisinten häikäisysuojien muoviset opaali- ja prismapinnat tulisi puhdistaa ei-ionisella puhdistusaineliuoksella kostutetulla siivouspyyhkeellä, jonka jälkeen ne tulisi käsitellä antistaattisella aineella. Lasi-maiset emalipinnat, polttomaalatut pinnat ja lasipinnat tulisi pyyhkiä miedolla puhdistusaineliuoksella kostutetulla siivouspyyhkeellä. Valaisinten muoviset ja metalliset häikäisy- ja heijastinritilät tulisi puhdistaa kastamalla ne liuokseen, jossa on lämmintä vettä ja ei-ionista puhdistusainetta ja huuhtelemalla sen jälkeen hyvin. Peilipintaiset heijastusritilät ovat todella vaikeita puhdistaa, ja niiden ulkonäkö huonontuu käyttövuosien aikana, minkä vuoksi niitä tulisi käyttää vain erittäin puhtaissa tiloissa. Kellertyneisiin muoviosiin puhdistaminen ei auta lainkaan, vaan ne on syytä vaihtaa uusiin. (CIE 97:2005, 22.)

4 PUHTAUSPALVELUT OSANA SISÄOLOSUHDEHALLINTAA

4.1 Puhdistustöiden toteutus teoriassa ja käytännössä

Jotta talotekniikka toimisi suunnitellusti, tulisi se huoltaa säännöllisesti. Tähän kuuluu myös siivous. Talotekniikan puhdistamisessa vastuiden rajanveto on tärkeää. Mikä on huoltomiehen vastuualueelle kuuluvaa puhdistusta, mikä koulusiivoojan tekemää jaksotusta siivousta ja mitkä asiat ovat ulkopuolisilta yrityksiltä erikseen tilattavia? Kuinka usein laitteet ja laitteistot puhdistetaan ja millä puhdistustarve määritellään? Kuka toteutusta valvoo?

Otetaan käytännön esimerkki. Tässä keksityssä, mutta omiin kokemuksiini perustuvassa esimerkkitilanteessa ilmanvaihtokoneen huolto ja suodattimien vaihto on hoidettu ja dokumentoitu, päätelaitteet ja valaisimet puhdistetaan säännöllisesti, jäähdytyslaitteesta huolehtii ulkopuolinen yritys ja vikailmoitusten tekeminen on helppoa verkossa. Mikä on todellisuus?

Ulkopuolisen yrityksen ”Pertsä” käy ”kerran, pari vuodessa” huoltamassa ilmanvaihtokoneen ja vaihtamassa suodattimet. Kukaan ei ole nähnyt Pertsaa, mutta muistoksi käynnistä Pertsä on kirjoittanut IV-koneen kylkeen suttuisen päivämäärän ja jättänyt likaisen suodattimen IV-konehuoneen lattialle. Ne tosin saattoivat olla siinä jo vuosi sitten.

Ilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistus on resursoitu ylläpitosiivoojille. He pyyhkivät pölyt vain päätelaitteen etupaneelisti. Päätelaitteen sisäpuoli jää kokonaan puhdistamatta, koska huoltomiehelle on kerrottu, että ilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistuksen hoitavat siivoojat. Päätelaitteet voisi puhdistaa myös kanaviston puhdistuksen yhteydessä, mutta puhdistus jää tilaamatta säästösyistä. Säästösyistä ilmanvaihtokone on lisäksi pois päältä joka yö ja kaikki viikonloput.

Ylläpitosiivoojat pyyhkivät valaisinten päälliset kerran vuodessa, mutta valaisinten sisäpinnat jäävät puhdistamatta. Siivoojia ja käyttäjiä tuskastuttaa, kun eräässä luokassa valaisin on ollut pimeänä jo monta kuukautta, eikä kukaan tee asialle mitään. Edes sen vertaa, että ilmoittaisi asiasta ulkoistetulle huoltohenkilökunnalle sähköisellä vikailmoituksella.

Koulurakennuksen tietokoneluokassa on puhallinkonvektori, joka jäähdyttää tilaa. Laite pitää kovaa meteliä, mutta ulkopuolinen huoltofirma varmasti korjaa asian kuntoon. Todellisuudessa huoltofirma on mennyt konkurssiin jo kolme vuotta sitten, eikä laitetta huolla kukaan.

Esimerkki on kärjistetty, mutta oman kokemukseni mukaan valitettavasti täysin mahdollinen. Vaikka asiat olisivatkin näennäisesti kunnossa, laiminlyönnit ovat mahdollisia, jos vastuut jaetaan epämääräisesti eikä kaikkea töihin kuuluvaa eritellä tarpeeksi selkeästi. Näihin ongelmiin auttaa hyvin tehty palvelukuvaus. Lisäksi huoltotöiden dokumentointi tulisi hoitaa asianmukaisesti, mieluiten jatkuvasti päivittyvään sähköiseen huoltokirjaan. Ajantasainen dokumentaatio helpottaa töiden ja laadun valvontaa, sillä merkintä tehdyistä töistä ja mahdolliset takuutiedot löytyvät nopeasti, eikä tietoa tarvitse etsiä tai asioita arvailla.

4.2 Perusteellinen palvelukuvaus

Palvelukuvaus on puhtausalan sanaston mukaan kirjallinen kuvaus sovituista tilakohtaisista puhtaustasoista sekä tilassa tehtävistä siivous- ja palvelutehtävistä (SFS 5967 2010, 2). Nykyongelmana on, ettei puhtauspalveluiden palvelukuvauksiin ole välttämättä kirjattu talotekniikan puhtaanapitoa, yläpölyjen pyyhintää tai verhojen pesua lainkaan. Näin ollen kukaan ei niitä myöskään tee, vaikka niillä voisi vaikuttaa merkittävästi sisäolosuhteisiin. Perusteellinen ja hyvin laadittu palvelukuvaus, johon on selkeästi kirjattu, mikä kaikki siivoukseen kuuluu, kuinka usein eri tilat ja pinnat siivotaan, millaista laatutasoa siivouksella pyritään pitämään yllä sekä mitä laadunvarmistusmenetelmää käytetään, auttaa puhtauspalvelujen hankintaprosessin jokaisessa vaiheessa tarjouspyynnön laatimisesta palvelusopimuksen tekemiseen (SSTL Puhtausala ry).

Tilaajan tulee varmistua siitä, että talotekniikan puhdistus tulee kirjattua joko siivouksen palvelukuvaukseen tai kiinteistöhuollon palvelukuvaukseen. Siivoojien toimesta tehtävä valaisinten ja päätelaitteiden puhdistus kattaa käytännössä ainoastaan ulkopintojen puhdistuksen. Siivoojat eivät puhdistu päätelaitteiden tai valaisimien sisäpintoja, joten niiden puhdistustyö tulisi resursoida huoltohenkilökunnalle. Jos kiinteistöhuollon palveluku-

vauksiin ei kirjata em. asioita, ne jäävät tekemättä. Kiinteistönhoitopalveluiden palvelukuvauksiin on olemassa valmiita pohjia helpottamaan tilaajan työtä. Rakennustietosäätiön KH-ohjekortissa X4-00459 on esimerkki toimitilakiinteistön kiinteistönhoitopalveluiden palvelukuvauksesta, joka löytyy Sopimuslomake Net -palvelusta täyttölomakkeena KH 90036. Kyseisessä lomakkeessa viitataan KiinteistöRYL 2009:ään, missä huoltotoimenpiteisiin kuuluu mm. ilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistus vuosittain ja tarvittaessa, valaisimien puhdistus säännöllisin väliajoin sekä lämmönluovuttimien (patterien) puhdistus pölystä ja liasta. (KiinteistöRYL 2009, 3.3.2.3., 3.3.4.8., 3.4.1.6.; Toimitilakiinteistön kiinteistönhoitopalveluiden hankinta 2010, 5-7.)

Uusiin rakennuksiin määritellään usein Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan haluttu sisäilmastoluokka, mikä ohjaa rakennuksen suunnittelua antamalla tavoitearvot. Sisäilmastoluokitusta ei tulisi unohtaa myöskään ylläpitovaiheessa. Tarja Anderssonin (2015) mukaan elinkaarihankkeissa kiinteistöhuolto- ja siivouspalveluiden sisällön ja laadun määrittely koetaan hankalaksi, ja se puuttui sopimuksista lähes täysin, vaikka niiden yhteys sisäilmastoon tunnistetaan (Andersson 2015, 117). Kiinteistöhuollon ja puhtauspalvelujen palvelukuvaukset kannattaakin laatia sen pohjalta, minkälaista sisäilmaston laatua niillä pyritään pitämään yllä. Säännöllinen siivous poistaa pinnoille laskeutuneita hiukkasmaisia epäpuhtauksia ja auttaa näin pitämään sisäilman laadun hyvänä, mutta säännöllisellä puhdistuksella varmistetaan myös talotekniikan suunnitteluarvojen täyttyminen. Valaisimien puhdistustaajuus tulisi määrittää niin, että valaistusvoimakkuus pysyisi suunnitellulla tasolla. Jäähdytyksen huonelaiteiden suodattimet tulisi vaihtaa ja lämmönsiirtopinnat puhdistaa säännöllisesti, jottei jäähdytysteho laskisi. Päätelaitteisiin kertynyt rasva ja pöly taas saattavat pienentää ilmavirtoja, joten niiden puhdistaminen on jo ilman vaihtuvuudenkin kannalta tärkeää.

4.2.1 Halutun puhtaustason määrittely ja arviointi

Tilojen haluttu puhtaustaso voidaan määritellä joko laatutasokuvauksella, työohjeilla tai niiden yhdistelmällä (SSTL Puhtausala ry). Laatutasokuvauksessa määritellään haluttu laatutaso sanallisesti kuvattuna tai tavoitearvoin esitettynä. Kuvausta tehdessä tulee huomioida, miten haluttua laatua arvioidaan. Sanallisesti kuvattu ”jonkin verran pinttynyttä likaa” tai ”vähän irtolikaa” on silmämääräisesti arvioitava asia, kun taas tarkka, yksiköllinen arvo, esimerkiksi pölykertymässä g/m^2 tai pölyisyysprosentti on yksiselitteisempi

ja mitattavissa oleva. Laatutasokuvaukseen tulee myös määritellä, kuinka usein laatua arvioidaan, kuka sitä arvioi ja miten laadunarviointi raportoidaan. Jos tilaaja ei halua laatia omia laatukuvauksiaan, laatutason määrittelyyn voi käyttää siivousalalla yleisesti käytettyä INSTA 800-standardia (SFS 5994) tai Kiinteistöpalveluiden yleisiä laatuvaatimuksia (KiinteistöRYL 2009). (SSTL Puhtausala ry.)

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, palvelukuvaus kannattaa laatia halutun sisäilmaston laatutason mukaan. Sisäilmastoluokitus 2008 (2009) mukaan sisäilmastoluokissa S1 ja S2 rakennustöiden puhtausluokitus on luokkaa P1. P1-puhtausluokitus taas tarkoittaa, että ennen rakennuksen luovutusta sekä ylä- että ulottuvuustasojen pintojen sallittu pölykertymä INSTA 800 -standardin geelieippimenetelmän mukaan on enintään 1,0 % ja lattiapintojen pölykertymä 3,0 %. (Sisäilmastoluokitus 2008 2009, 11.)

INSTA 800-standardissa on esitetty pölyisyydelle eri laatutasot pintojen pölykertymien enimmäisarvojen mukaan (taulukko 3).

Taulukko 3. Pölykertymien mittauksessa käytettävät laatutasot pölyisyysprosentteina koivien pintojen osalta ja pölyindeksinä mattojen osalta (SFS 5994 2012, 64.)

Laatutaso	Kehoa lähellä olevat pinnat	Huonekalut ja kiintokalusteet		Kovat lattiat		Matot ¹⁾	
	A	A	NA	A	NA	Menetelmä A	Menetelmä B
Pölyisyystaso 5	0,7	1,0	3,0	1,5	2,5	3,0	0,15 ²⁾
Pölyisyystaso 4	1,0	1,5	5,0	3,0	5,0	5,0	0,25
Pölyisyystaso 3	2,0	2,5	10,0	7,0	10,0	10,0	0,5
Pölyisyystaso 2	4,0	5,0	15,0	12,0	18,0	20,0	1,0
Pölyisyystaso 1	> 4,0	> 5,0	> 15,0	> 12,0	> 18,0	> 20,0	> 1,0

¹⁾ Nämä kaksi menetelmää perustuvat erilaisiin keräämisperiaatteisiin, eivätkä ne välttämättä ole vertailukelpoisia. Sovittu menetelmä on kirjattava palvelusopimukseen.

²⁾ Tämä arvo on Dustdetector-laitteen ilmaisurajan alapuolella. Siksi mittausmenettelyä on muutettava siten, että yhden mittauksen aikana näytteenottosuulaketta kuljetaan kaksi kertaa tavanomainen määrä, jolloin paino putoaa 50 kertaa. Tämän jälkeen mittaus tulos jaetaan kahdella, minkä jälkeen tulosta voidaan verrata tältä pölyisyystasolta vaadittavaan tulokseen.

Taulukosta 3 nähdään, että P1-puhtausluokituksen mukaiset sallitut pintapölykertymät ovat kehoa lähellä olevilla pinnoilla ja lattioilla pölyisyystasoa 4. INSTA 800-standardissa mainitaankin, että pölyisyystasoa 4 on käytettävä silloin, kun halutaan varmistaa hyvä sisäilman laatu pölyn osalta (SFS 5994 2012, 56).

Jos rakennuksessa on vähintään S2-luokan mukainen sisäilmasto, kannattaa myös siivouksessa pyrkiä hyvään sisäilman laatuun, eli asettaa pölyisyystasoksi 4. Palveluntuotajalta voi pyytää selvityksen, millaisella palvelukuvauksella ja työohjeilla pyydettyyn laatuun päästään (SSTL Puhtausala ry).

Puhtaustaso voidaan määritellä myös pelkillä työohjeilla. Työohjeilla tarkoitetaan kirjallista kuvausta puhdistettavista pinnoista, siivoustaajuuksista ja käytettävistä siivousmenetelmistä (SFS 5967 2010, 2). Ylläpitosiivoukseen kannattaa sisällyttää kaikki säännöllisin väliajoin tehtävät työt, kuten vähintään kerran viikossa tehtävä lattioiden ja kalusteiden puhdistus, mahdolliset tarkastussiivoukset sekä jaksottaiset siivoukset, kuten ylätasopintojen puhdistus, lattioiden hoitomenetelmät sekä päätelaitteiden, valaisinten ja lämmityspatterien puhdistus. Ylläpitosiivoukseen ei kuulu ulottuvuuskorkeuden yläpuolella olevat pinnat, ellei sitä erikseen työohjeissa ja palvelukuvauksessa mainita. Jos palvelukuvaukseen haluaa lisäksi sisällyttää esimerkiksi verhojen säännöllisen puhdistuksen, se tulee myös muistaa kirjata. (SSTL Puhtausala ry.)

4.2.2 Siivousmenetelmät

Siivousmenetelmät valitaan likatyypin lisäksi pintamateriaalien mukaan, minkä vuoksi materiaalivalinnoilla voi vaikuttaa oleellisesti työn kestoon ja näin ollen myös kustannuksiin. Vertailtaessa tekstiililattiapäällysteen (esimerkiksi Flotex) imuroimalla tapahtuvaa puhdistusta kovapintaisen lattian (esimerkiksi vinyylilaatta) puhdistusmenetelmiin työmäärän mitoitusohjelmalla ATOPLite 20, on imuroimalla tapahtuva puhdistus imurin mallista riippuen jopa kaksi kertaa hitaampaa, ja siten myös merkittävästi kalliimpaa (Kakko 2016).

Tasopinnat kannattaa pyyhkiä mikrokuituisilla tuotteilla. Mikrokuitu sitoo hyvin pölyä, mutta poistaa myös tehokkaasti rasvaa. Mikrokuitua voi käyttää kuivana, mutta sen voi myös nihkeyttää käyttäen joko pelkkää vettä tai oikein annosteltua yleispuhdistusaineliuosta. (Kakko & Aulanko 2003, 11, 13-14; Pesonen-Leinonen 2003, 50; Mikrokuitu tehokkain rasvanpoistaja 2012, 20.)

Kun siivous tehdään rauhallisilla liikkeillä, pöly saadaan sidottua välineisiin, eikä se nouse takaisin ilmaan. Systemaattisesti etenemällä kaikki pinnat tulevat puhdistettua.

4.2.3 Olosuhdehuolehtijat

Järkevässä ylläpidossa olosuhteita tarkkaillaan jatkuvasti ja epäkohdat pyritään joko ennakoidaan tai niiden ilmettyä ainakin korjaamaan välittömästi. Julkisissa rakennuksissa huoltohenkilökuntaa on kuitenkin verrattain vähän ja palvelu on usein ulkoistettu. Tämä tarkoittaa sitä, ettei huoltohenkilökunnalla ole aikaa kiertää kaikkia tiloja päivittäin läpi tarkastellen niiden olosuhteita. Siivoojat kuitenkin käyvät tarkistamassa tilat vähintään kerran, pari viikossa. Olisikin järkevää lisätä siivouksen palvelukuvaukseen ja -sopimukseen kohta, joka velvoittaisi siivoojia ilmoittamaan huomatuista epäkohdista huoltohenkilökunnalle.

Pidemmälle vietyinä ajatuksena siivoojista voitaisiin kouluttaa olosuhdehuolehtijoita, jotka siivouksen lisäksi mittaisivat ja raportoisivat esimerkiksi viikoittain tilojen lämpötilan ja suhteellisen kosteuden sekä mahdolliset epäkohdat taskussa kulkevan kännykän sovellukseen. Siivoushenkilökunta voisi myös kertoa sovelluksessa, mikäli tasoilla on liikaa tavaraa tai tila ei ole muuten siivottavissa. Palaneet lamput, vetävät ikkunat, vuotavat hanat, repsottavat jalkalistat, irronneet laatat, kylmät patterit, kupruilevat seinämateriaalit, tummuneet muovimatot ja vinkuvat poistoilmaventtiilit tulisi huomattua ja raportoitua heti.

COMBI-kohteiden siivoojat suhtautuivat työnkuvan laajenemiseen pääosin positiivisesti:

”No se olis mielenkiintoista”, totesi eräs haastateltava kohteessa 1. Toinen totesi, että ”kyllä mä voisin kokeilla ainakin.” (Liite 1, 2.)

”Joo, eihän siitä nyt suuri vaiva oo kuitenkaan”, arveli kohteen 2 laitoshuoltaja (liite 2, 2).

Kohteessa 3 työntekijät arvelivat lisätyön ihan hyväksi, että kunhan kirjaaminen tulisi rutiiniksi. ”En mä nyt tiedä, kun sen oppis siis ja se jäis niinku tänne takaraivoon se kirjaaminen, niin sehän menis nyt tossa siivouksen lomassa”, eräs työntekijä arveli ja jatkoi: ”mutta jos toi ihan oikeesti.. kun sen oppis sen systeemin et se lähtis meneen semmosella rytmillä.. ei olis huono homma ollenkaan.” (Liite 3, 3.)

Kohteessa 3 työnkuvan monipuolistuminen nähtiin hyvänä asiana. ”Se olis ihan mielenkiintoinen homma. Kato tää on aika ykstoikkosta tää meidän homma.” (Liite 3, 3.)

Kohteen 3 työntekijät myös epäilivät, että ”ei meidän sanalla oo mitään merkitystä.” Kohteen haastattelut siivoojat kertoivat, että reagointi vikailmoituksiin on ollut hidasta, joten siivoojat olivat epäileväisiä epäkohtien korjaantumisesta. ”Mutta kun tässähän ei ole se, että niitähän.. kyllähän me kirjataan epäkohtia vaik kui paljon, mut sit se korjaus.” (Liite 3, 3.)

Haastateltujen siivoojien epävarmuus asioiden korjautumisesta on ymmärrettävää, mutta tallentuva ilmoitus epäkohdista voisi suurentaa korjauksen todennäköisyyttä. Jos huoltohenkilökunta velvoitettaisiin kuittaamaan siivoojien kirjaamat viat korjatuiksi, ne tulisivat suuremmalla todennäköisyydellä myös hoidettua. Jos korjauskehotukset ja muut huoltotöiden toimeksiannot annetaan suullisesti, ihmiset voivat joko inhimillisesti unohtaa ne tai silkasta välinpitämättömyydestä johtuen jättää ne tekemättä. Korjaustöiden viivytyksistä taas voi aiheutua merkittäviä lisähaittoja ja -kuluja.

4.3 Tarjouspyyntö

Siivouksen kilpailutuksessa katsotaan usein pelkästään hintaa, jolloin laatu saattaa kärsiä. Tilaajan tulisi kuitenkin käyttää oikeuttaan määritellä ostetun palvelun sisältö ja esittää vaatimuksia palvelulle. Riittävän tarkasti esitetyllä tarjouspyynnöllä voidaan auttaa saavuttamaan hyvä lopputulos, jossa rahoille saadaan vastinetta. Jos tarjouspyynnössä esitetään yksityiskohtaisen palvelukuvauksen lisäksi myös kaikki muut työhön vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi tilojen käyttöasteet ja -ajat, siivottavien pintojen kunto ja materiaalit sekä siivouksen aikarajoitukset, on siivousyritysten tarjouksia helpompi verrata keskenään. (SSTL Puhtausala ry.)

Tarjouspyynnössä asetetut kelpoisuusehdot täyttäneitä tarjouksia voidaan verrata keskenään joko pelkän hinnan perusteella tai ottamalla mukaan myös laadullisia tekijöitä, jolloin vertailuperusteena on kokonaistaloudellinen edullisuus. Vertailuperuste täytyy mainita tarjouspyynnössä.

Siivouspalvelujen kilpailuttamisen ja tarjouspyynnön tekemisen avuksi on julkaistu ainakin Rakennustietosäätiön KH-ohjekortti 60-00395 Parhaan tarjouksen valinta - ohje siivouspalveluja ostaville organisaatioille (2007) sekä Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n julkaisema INSTA810:fi Siivouspalvelujen toimittamista koskevat vaatimukset ja suositukset (INSTA 810:2011). Lisäksi SSTL Puhtausala ry:n internetsivuilla osoitteessa <http://www.puhtausala.fi/tarjouspyynt%C3%B6> annetaan hyviä vinkkejä siivouspalveluiden kilpailuttamiseen.

4.4 Siivouksen mitoitus

Siivouksen mitoitus tehdään yleensä tarkoitukseen tehdyillä siivoustyön mitoitusohjelmilla, joiden työaikalaskenta perustuu aika- ja menetelmästandardeihin. Aikastandardien muuttujina ovat tilojen kalustusasteet, likaisuusasteet sekä pintojen karheusasteet (Yltiö 2010, 233).

Jos tilaaja ei ole esittänyt työohjeita, vaan palvelun tarjoaja mitoittaa siivoustyön kohteeseen halutun laatutasokuvauksen mukaiseksi pohjakuvien ja muiden saatujen tietojen perusteella, mitoituksen sivutuotteena saadaan myös työohjeet.

Kahden COMBI-kohteen siivoojat olivat tyytyväisiä siivouksen mitoitukseen. Ainoastaan kohteessa 3 siivoojat olivat tyytymättömiä. Tyytymättömyys johtui siitä, että kohde oli siivoojien mukaan mitoitettu jo ennen sen valmistumista, eivätkä esimerkiksi kalustusasteet pitäneet kaikissa tiloissa paikkaansa. (Liite 1, 2; liite 2, 1; liite 3, 2.)

Kun kohteen mitoitus on tehty, mitoituksen onnistumista ja suunnitelman toimivuutta tulisi seurata noin vuoden mittaisella seuranta-ajalla. Seuranta-ajan tarkoitus on varmistua siitä, että suunnitelman mukainen laatu voidaan toteuttaa. Säätilojen vaikutus likaisuusasteisiin, kalustusasteiden muutokset tai tilojen käyttäjämäärien muutokset saattavat aiheuttaa sen, että mitoitusta täytyy korjata. Vain sellainen mitoitus kannattaa jättää käyttöön, mihin kaikki osapuolet ovat tyytyväisiä. (Yltiö 2010, 244.)

4.5 Perehdytys

Työntekijöiden perehdyttäminen on niin tärkeää, että se on kirjattu työturvallisuuslakiin. Työturvallisuuslain (738/2002) mukaan työntekijä tulee perehdyttää riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista tai työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista. Perehdytys tehdään työntekijän ammatillisen osaamisen ja työkokemuksen mukaan. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 14 §.)

Varsinkin kouluttamattomien siivoojien työnopastus on erittäin tärkeää. Väärät tai puutteelliset välineet ja työmenetelmät saattavat pahimmillaan johtaa sisäilmahaittaan. Liian runsas veden käyttö siivouksessa voi aiheuttaa rakenteille kosteusrasitusta. Liian voimakkaiden tai yliannosteltujen siivousaineiden käyttö taas voi vaurioittaa pintamateriaaleja tai jättää ne tahmeiksi, jolloin lika tarttuu niihin entistä helpommin. Väärin annostellut puhdistusaineet voivat lisäksi aiheuttaa hengitysteiden ärsytysoireita siivoojille itselleen.

Kysely- ja haastatteluvastauksien mukaan siivousalan työntekijöitä ei perehdytetä riittävästi, vaikka se olisi tärkeää. Internetpohjaiseen kyselyyn vastanneista lähes 80 % oli sitä mieltä, että perehdytys työtapoihin ja -välineisiin vaikuttaa heidän työnsä laatuun erittäin paljon. Yli puolet vastaajista toivoi vähän tai paljon enemmän perehdytystä. (Liite 4, 1.)

Kyselyn muista tuloksista kävi ilmi, että perehdytys talotekniikan puhdistukseen on todellakin ollut vajavaista. Niille, joille oli ohjeistettu edes jokin määräväli ilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistamiseen, tuo määräväli vaihteli kuukauden ja vuoden välillä. Osaa oli ohjeistettu puhdistamaan ne silloin, kun ne näyttävät likaisilta ja osaa ei ollut ohjeistettu mitenkään. Myös muita taloteknisiä laitteita koskeviin kysymyksiin vastattiin samansuuntaisesti, eli osa siivoojista puhdistaa lämmityspattereita ja valaisimiakin ainoastaan silloin, kun ne jo selkeästi näyttävät likaisilta. (Liite 4, 4, 7-8.)

Kysymykseen siitä, tietääkö vastaaja, kuinka jokin asia puhdistetaan, ei saatu millään laitteella vastaukseksi täydellistä tietämystä. Vastaajista suurin osa (83 %) vastasi tietävänsä, miten valaisimet ja niiden päälliset tulisi puhdistaa ja lopuillakin (17 %) oli arvaus tai aavistus asiasta. Lämmityspattereiden kohdalla vastaajat olivat hieman epävarmempia.

67 % vastanneista tiesi, miten patterit tulisi puhdistaa ja 33 % arveli tietävänsä. Ilmanvaihdon päätelaitteista kysyttäessä ainoastaan 38,5 % tiesi, miten päätelaitteet pitäisi puhdistaa. Tietämättömiä oli saman verran (38,5 %). Loput 23 % arveli tietävänsä, miten päätelaitteet puhdistetaan. Jäähdytyspalkkien kohdalla kellään ei ollut aavistustakaan, miten ne tulisi puhdistaa. (Liite 4, 5-6, 8-9.)

COMBI-hankkeessa mukana olevien koulujen siivoushenkilökunnan teemahaastattelussa tuli myös ilmi perehdytyksen vaillinaisuus. Kaikki haastatellut (8 hlöä) kertoivat, että he olivat joko itse perehdyttäneet itsensä, tai rakennusta aiemmin siivonneet olivat toimineet perehdyttäjinä. (Liite 1, 1; liite 2, 1; liite 3, 1.)

Kohteessa 3 perehdytyksen uusille työntekijöille suoritti aina taloon viimeksi tullut työntekijä (liite 3, 1). Tällaisella tavalla suorastaan varmistutaan siitä, että jotain oleellista jää aina kertomatta, sillä talon uusimmalla työntekijällä ei välttämättä ole vielä itselläänkään kaikkea tarvittavaa tietoa siivottavasta kohteesta. Toimintatapa paljastaa myös sen ikävän tosiasian, että perehdyttämistä pidetään ilmeisesti niin ikävänä ja omaa työtä haittaavana tehtävänä, että se ”nakitetaan” tuoreimmille työntekijöille. Alalla ilmeisen yleinen ”vertaisperehdyttäminen” kertoo myös siitä, että esimiehetkin välttelevät perehdyttämistä. Kohteen 2 haastateltu laitoshuoltaja kertoi, että uudet työntekijät perehdyttää virallisesti siivoustyön ohjaaja, mutta haastateltavan olivat silti perehdyttäneet kohteen vanhat työntekijät (liite 2, 1).

Perehdytykseen kuuluu oleellisena osana työohjeet. Haastattelukohteen 3 siivoojat olivat joutuneet itse tekemään kohteeseen työohjeet, sillä uusi työnantaja ei ollut toimittanut sellaisia heille. Kohteen työntekijät eivät myöskään olleet nähneet kohteesta tehtyä siivouksen mitoitusta, eikä heillä ollut tietoa, millaiset laatutasot kohteeseen oli määritelty. (Liite 3, 1.)

4.6 Yläpölyt ja tilojen siivottavuus

Suunnitteluvaiheessa tulisi huomioida talotekniikan lisäksi myös tilojen muu siivottavuus. Suunnitteluratkaisuissa tulisi pyrkiä välttämään yli 180 cm korkeudella olevia vaakapintoja, joiden päälle pääsee kertymään ns. yläpölyjä. Talotekniikan, kuten sisäkaton

alapuolella kulkevien putkien, ilmanvaihtokanavien, kaapelihyllyjen ja kattovalaisimien lisäksi yläpölyjä kertyy myös korkeiden kaappien yläpinnoille.

Siivottavuuden helpottamiseksi avohyllyjä tulisi välttää, ja kaappien yläpintojen tulisi olla joko kaltevia, jolloin välttyttäisiin käyttäjien tavaroiden kertymiseltä muutenkin vaikeasti siivottaville pinnoille, tai kaapistojen tulisi yltää kattoon asti, jolloin säilytystila saataisiin maksimoitua. Kalusteiden kohdalla tulisi suosia jalallisia malleja, jotka eivät ole niin kosteusherkkiä kuin lastulevyisten sokkelien päällä olevat.

Korkealle sijoitettujen valaisinten ja ilmanvaihdon päätelaitteiden kohdalla tulisi huomioida, että siivoojat eivät yleensä saa työturvallisuussyistä kiivetä tikkaille tai nousta tasolle. Esimerkiksi korkealla olevan päätelaitteen sisäpuolen imurointiin tarvitaan avuksi saksilava, siirrettävä rakennusteline tms., joka tarvitsee vapaata lattiatilaa.

Tilat tulisi muutenkin suunnitella niin, että niiden lattiat olisi helppo pitää puhtaana. Jos rakennuksessa on esimerkiksi teräviä nurkkia tai lähelle seinää sijoitettuja pilareita, lattiaalaan jää alueita, joihin yhdistelmäkoneella ei pääse. Vahattavia lattiamateriaaleja tulisi välttää. Monikerroksisten rakennuksien hissien tulisi myös olla tarpeeksi tilavia, jotta yhdistelmäkoneita ja siivouskärriä voi kuljettaa kerrosten välillä. Näitä ja muita tilojen siivottavuusnäkökulmia on esitetty Rakennustietosäätiön ohjekortissa Puhtauden hallinnan huomioinnottaminen rakennussuunnittelussa (2009).

Yläpölyjen kertymisnopeudesta ja suositelluista puhdistustaajuuksista on tehty muutamia tutkimuksia. Eija Pesonen-Leinonen (2008) selvitti vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa toimistokiinteistöjen, koulujen ja päiväkotien pintapölymääriä eri kertymäajoilla. Tutkimuksen mukaan luokkahuoneissa kertyi toimistoja enemmän pölyä sekä ylä- että ulottuvuustasolle. INSTA 800-standardissa määritettyjen laatutasojen edellyttämä ylätasojen puhdistustaajuus voidaan määrittää käyttämällä pintapölyn kertymistä kuvaavaa pölynpeittosuoraa. Jos tavoitteena on puhtauslaatutaso 3, ylätasot tulisi puhdistaa 4-5 kk välein. Puhtauslaatutasolla 4 puhdistusväli on noin 2 kk ja puhtauslaatutasolla 5 ylätasot tulisi puhdistaa noin kerran kuukaudessa. (Pesonen-Leinonen 2008, 20-21.)

Esko Korhonen (2011) on väitöskirjassaan samoilla linjoilla. Hänen tutkimuksensa mukaan toimistotilojen ylätasopinnat tulisi puhdistaa noin 2 kuukauden välein, jotta pintojen hygieeninen laatu pysyisi suositusten mukaisella tasolla. (Korhonen 2011, 178.)

Katja Piiparinen (2013) tutki opinnäytetyössään luokkatilojen pintapölyisyyttä ennen ja jälkeen siivouksen. Piiparisen mukaan INSTA 800-standardin mukaista pintapölyisyystasoa 3 tavoiteltaessa yli 180 cm korkeilta pinnoilta pölyt pitää poistaa koululuokissa vähintään 2 kertaa vuodessa ja pintapölyisyystasoa 4 tavoiteltaessa vähintään 4 kertaa vuodessa. (Piiparinen 2013, 57.)

COMBI-kohteiden haastatteluissa selvisi, että kohteiden yläpölyjen siivoustaajuus vaihteli suuresti. Kohteessa 1 yläpölyt pyyhittiin työohjeiden mukaisesti 4 kertaa vuodessa (liite 1, 2). Kohteessa 2 ja 3 yläpölyt pyyhitään yleensä kerran vuodessa kesään ajoitetun perussiivouksen yhteydessä (liite 2, 1; liite 3, 2).

Kohteessa 3 yläpölyjen puhdistaminen on käyttäjien tavaroiden vuoksi vaikeaa, vaikka siivoojat kertomansa mukaan pyytävät käyttäjiä tyhjentämään kaappien päälliset. Erään haastateltavan mukaan ”mitä pienempi koulu, niin sen paremmin [opettajat tyhjentävät kaapinpäälliset]. Mitä isompi koulu, niin sitä vähemmän. Ja tässä talossa ei millään lailla.” (Liite 3, 2.)

Käyttäjien ohjeistaminen onkin erittäin tärkeää kaikkien tasopintojen puhtaanapidossa. Jos tasoilla on tavaraa, siivoushenkilökunta ei pysty puhdistamaan niitä. Sähköisen kyselyn tuloksien mukaan tavaramäärä siivottavilla tasoilla vaikuttaa siivoojien työn laatuun melko tai erittäin paljon, ja tavaraa toivottaisiin olevan tasoilla keskimäärin vähän vähemmän (liite 4, 2). Myös kohteessa 1 eräs haastateltu totesi, että ylimääräinen tavara luokissa vaikeuttaa siivousta (liite 1, 1.)

Sähköisen kyselyn avoimien vastauksien lisäksi kaikissa haastatteluissa tuli esiin, että käyttäjien läsnäolo siivottavassa tilassa hankaloittaa siivousta (liite 1, 1; liite 2, 1; liite 3, 1; liite 4, 2).

5 YHTEENVETO

Talotekniikka ja siivous vaikuttavat sisäilmastoon monin tavoin. Talotekniikan suunnittelijat pyrkivät luomaan lämmityksellä, jäähdytyksellä, ilmanvaihdolla ja valaistuksella miellyttävät lämpö-, kosteus-, valaistus- ja sisäilmaolosuhteet. Talotekniikan puhdistamisella taas varmistetaan, että halutut olosuhteet pystytään ylläpitämään. Lisäksi siivouksella ja ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa tilan epäpuhtauskuormiin.

Talotekniikan puhtaanapidon nykyistä toteutusta tutkittiin teemahaastatteluilla ja sähköisellä kyselyllä. Tehtyjen haastatteluiden mukaan kohdekouluissa ilmanvaihdon päätelaitteet ja ylätasopinnat pyyhitään pölystä säännöllisesti, mutta kahdessa kohteessa liian harvoin. Edellisessä luvussa esitettyjen tutkimusten mukaan yläpölyt pitäisi pyyhkiä 2-3 kk välein, jotta voitaisiin saavuttaa INSTA 800-standardin mukainen pölyisyystaso 4. Tämä puhdistustaaajuus toteutui ainoastaan kohteessa 1.

Sähköisen kyselyn vastauksien hajonta oli ilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistuksen osalta suurta. Suurin osa vastaajista puhdisti valaisimet pölystä kerran kuukaudessa, millä voisi saavuttaa jopa pölyisyystason 5.

Jäähdytys on koulurakennuksissa verrattain harvinaista, mikä näkyi haastattelu- ja kyselytuloksissa. Missään kohdekoulussa ei siivoojien mukaan ollut jäähdytyksen huonelaitteita, eikä sähköiseen kyselyyn vastanneillakaan siivoojilla ollut juuri minkäänlaista kokemusta jäähdytyspalkeista. Tiukentuvien energiatehokkuusmääräyksien vuoksi lämpökuormat saattavat olla tulevaisuudessa iso ongelma, minkä takia jäähdytys saattaa yleistyä koulurakennuksissa. Helposti puhdistettavat kattosäteilijät ovat hyvä vaihtoehto lämmityksen ja jäähdytyksen toteuttamiseen. Lämpöä varaamattomat säteilijät reagoivat lämpökuormien muutoksiin nopeasti. Yhdistämällä jäähdytys ja lämmitys samaan tuotteeseen vältetään myös siltä, että samaa tilaa lämmitetään ja jäähdytetään samaan aikaan.

Vesikalusteissa kannattaa suosia pinnoitettuja tuotteita. Pesualtaan pohjan tulisi olla muodoiltaan pyöristetty. Seinämälliset WC-istuimet helpottavat saniteettitilojen lattioiden puhtaanapitoa. Kosketusvapaat hanat ovat vipuhanoja helpompia puhdistaa, minkä lisäksi ne ovat muutenkin hygieenisempiä.

Ilmanvaihto kannattaisi toteuttaa muuttuvilmavirtajärjestelmällä, jossa olisi siivousta varten tehostuskytkin. Ilmavirran lisäksi tulisi kiinnittää huomiota myös ilmanjakotapaan, jonka tulisi olla mahdollisimman huuhteleva. Ilmanvaihdon tulisi olla toiminnassa myös käyttöajan ulkopuolella, ja rakennuksen tulisi olla vain lievästi alipaineinen. Ilmanvaihtokoneessa tulisi olla kaksoissuodatus, ja ilmanvaihtojärjestelmän suodatus- ja äänenvaimennusmateriaalien tulisi olla synteettistä muovikuitua, kuten polyesteria. Ilmanvaihdon päätelaitteissa kannattaa suosia sileäpintaisia, rei'itettyjä malleja, sillä ne ovat helpoimpia puhdistaa.

Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon 4 on kerätty työssä ehdotetut ratkaisut ja huomiota otettavat asiat talotekniikan suunnittelussa. Taulukkomuotoinen lista on tarkoitettu avuksi talotekniikan suunnittelijoille helposti puhdistettavien ratkaisujen valitsemiseen.

Taulukko 4. Työssä ehdotetut talotekniset ratkaisut

ILMANVAIHTO	
	Suositaan tarpeenmukaista ilmanvaihtoa
	Rakennus suunnitellaan 0...-2 Pa alipaineiseksi ulkoilmaan nähden
	Siivoukselle tehostuskytkin
	Kanavistoon suunnitellaan riittävästi puhdistusluukkuja
	Ilmanvaihtokoneeseen kaksoissuodatus <ul style="list-style-type: none"> • F7-luokan suodatin lähelle ulkoilmaa • F9-luokan suodatin lämmityspatterin jälkeen puhaltimen painepuolelle • Vakiokokoiset, tiiviskehikkoiset suodattimet, joiden suodatinmateriaalina on synteettinen muovikuitu
	Äänenvaimenninmateriaalina synteettinen muovikuitu
	Päätelaitteiden pinnat mahdollisimman sileitä ja helposti puhdistettavia, esim. rei'itetyt etulevyt ja pinnoitetut venttiilit
JÄÄHDYTYS JA LÄMMITYS	
	Lämmitys ja tarvittaessa myös jäähdytys toteutetaan kattosäteilijöillä
	Kattosäteilijöillä jäähdytettäessä ilma on kuivattava ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterilla
VESIKALUSTEET	
	Kosketusvapaat vesikalusteet
	Pesualtaat ja WC-istuimet mahdollisimman sileäpintaisia, esim. pinnoitettuja
	Pesualtaat pyöreämuotoisia
	WC-istuimet seinäasenteisia
VALAISTUS	
	Riiputettavat valaisimet vain silloin, kun niillä luodaan epäsuoraa valoa
	Epäsuorien valaisimien yläpuoli umpinaista, läpinäkyvää materiaalia
	Päivänvalo-ohjaus, johon liitetään mahdollisuuksien mukaan automaattinen aurinkosuojaus
	Päivänvalo-ohjauksen yhteyteen hälytys valaistusvoimakkuuden alenemisesta

Rakennusten ja niiden sisältämien taloteknisten laitteistojen helppo siivottavuus tuo suuria säästöjä, koska suurin osa siivoustyön kustannuksista on henkilöstökuluja. Kokonaiskustannuksia alentaa myös se, että säännöllisellä puhdistuksella ja huollolla laitteistot pysyvät pidempään kunnossa. Valitsemalla rakennukseen helposti hoidettavat ja puhdistettavat ratkaisut siivoustyössä tarvittavien kemikaalien määrä pysyy pienenä. Ainekustannusten pienenemisen lisäksi kemikaalien vähäinen käyttö ehkäisee mahdollisia voimakaista kemikaaleista, esimerkiksi vahoista ja vahanpoistoaineista johtuvia hengitystieoireita. Liian runsaasti annostellut puhdistusaineet saattavat myös jättää pinnat tahmeiksi, mikä edistää lian tarttumista pintaan.

Kunkin taloteknisen laitteen puhdistaminen on käyty läpi kyseistä laitetta käsittelevässä luvussa. Kun talotekniikka on helposti puhdistuvaa, ylläpitosiivoukseen riittävät kuivat ja nihkeät menetelmät. Perusteellisemmassa puhdistustyössä, esimerkiksi päätelaitteiden tasauslaatikoiden ja aktiivipalkkien puhdistuksessa käytetään lisäksi imuria. Laimennettua yleispuhdistusainetta vahvempia aineita ei juuri tarvita.

Siivous- ja kiinteistönhuoltopalvelut voisivat hyötyä nykytekniikasta esimerkiksi hälytyksellä, jonka laukaisisi valaisinten likaantumisen tai vioittumisesta johtuva valaistusvoimakkuuden aleneminen. Hälytyksen avulla valaisinten huolto ja puhdistus saataisiin tarpeenmukaiseksi. Tällaista hälytystä ei tiettävästi ole vielä tehty, mutta tarvittava tekniikka sen toteuttamiseen on kyllä olemassa.

Tekniikkaa voisi hyödyntää myös olosuhdehuolehtijoiden työnkuvassa. Tiloissa päivittäin kiertävät siivoajat voisivat helposti ja nopeasti kirjata tilojen olosuhdemittausten tulokset ja mahdolliset havaitut epäkohdat esimerkiksi kännykän sovellukseen.

Toteutussuunnitteluvaiheessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että tuotteiden halutut ominaisuudet on esitetty tarpeeksi selkeästi ja yksiselitteisesti. Jos LVI-suunnitelmiin ei ole merkattu esimerkiksi, että äänenvaimennusmateriaalin tulee olla polyesteriä, ilmanvaihtokoneessa tulee olla kaksioportainen suodatus tai hanojen tulee olla kosketusvapaita, niitä ei luultavasti myöskään valmiiseen kohteeseen ilmaannu. Koulurakennukset ovat yleensä kunnallisessa omistuksessa, minkä vuoksi niissä käytetään julkisten hankintojen kilpailulainsäädäntöä. Se tarkoittaa, että suunnittelija ei voi määritellä suunnitelmiin tietyn valmistajan tiettyä tuotetta, mutta tuotteen halutut tekniset ominaisuudet voi ja pitää esittää mahdollisimman tarkasti.

Myös siivous- ja kiinteistönhuoltopalveluja hankittaessa vastuurajojen määrittely ja asioiden kirjaaminen on ensiarvoisen tärkeää. Palvelukuvauksia laadittaessa mitään ei tulisi olettaa, vaan kaikki halutut asiat tulee kirjoittaa ylös. Siivouksen palvelukuvaus kannattaa laatia halutun sisäilmaston laatutason mukaan. Rakennuksissa, joiden sisäilmastoluokitus on S1 tai S2 kannattaa asettaa siivouksen laatutasoksi INSTA 800 -standardin mukainen pölyisyystaso 4. Parhaaseen lopputulokseen pääseminen edellyttää, että tilaajalla ja tuottajalla on täysin sama käsitys halutusta lopputuloksesta ja sopimuksen sisällöstä. Sanallisesti kuvattujen, tulkinnanvaraisten laatutasojen sijaan kannattaakin hyödyntää INSTA 800 -standardia.

Teknisten välineiden lisäksi siivoustulos on suuresti kiinni ihmisistä. Siivoushenkilökunta tulisi perehdyttää huolellisesti. Jos siivoojat eivät ole itsekään tietoisia sovitusta siivouksen laatutasosta, siihen pääseminen tuntuu epätodennäköiseltä. Siivouksen laatu tulisi varmistaa ennalta sovitulla tavalla ja saadut tulokset tulisi aina käydä läpi siivoushenkilökunnan kanssa. Jos sovittuun laatutasoon ei päästä, on syytä tarkistaa myös kohteeseen tehty siivoustyön mitoitus. Muuttuneet pintamateriaalit, kalustusasteet ja käyttäjien määrä voivat aiheuttaa sen, että aiemmin tehty mitoitus ei olekaan enää riittävä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteet täyttyivät hyvin. Laaja-alaista lähdeaineistoa kertyi todella paljon, ja sitä hyödynnettiin läpi koko työn. Siivoojien haastatteluiden ja sähköisen kyselyn vastaukset antoivat melko hyvän kuvan siitä, miten talotekniikkaa tällä hetkellä puhdistetaan. Sähköiseen kyselyyn vastasi 13 henkilöä, eli otos jäi melko suppeaksi. Haastateltuja henkilöitä oli kolmesta eri kohteesta yhteensä kahdeksan. Haastatellut kertoivat nykyisen kohteen siivouskäytäntöjen lisäksi myös edellisistä kohteista, mikä toi asioihin laajemman näkökulman. Haastateltuja olisi voinut syventää koskemaan myös siivous- ja huoltohenkilökunnan vastuiden rajanvetoa, mutta se olisi edellyttänyt myös kohteiden huoltohenkilöstön teemahaastatteluja.

Lämmityspattereiden ja aktiivipalkkien puhdistustaajuudesta oli vaikeaa antaa suosituksia, sillä niiden likaantumisenopeudesta tehtyjä tutkimuksia ei löytynyt. Lämmityspatterin pystypintoihin ei voi soveltaa tasopintojen pölykertymiä. Aktiivipalkkien puhdistustarpeeseen taas vaikuttaa sekä ilmavirran suuruus että tilan pölyisyys. Myös laitteiden rakenne vaikuttaa likaantumiseen. Edellä mainittujen tuotteiden kohdalla likaantumista selvittävä tutkimustyö voikin olla hankala toteuttaa, mutta sille olisi tarvetta. Valmistajien olisi lisäksi hyvä antaa tuotteilleen edes suuntaa-antava suositus puhdistustaajuudesta, jottei niiden toiminta heikentyisi.

Olosuhdehuolehtijoille tulisi kehittää kompakti käsimittari, joka olisi langattomasti yhteydessä älypuhelimien sovellukseen tai kiinteistössä olevaan muuhun verkkopalveluun. Älypuhelimien sovellus olisi hyödyksi myös siksi, että epäkohtien dokumentointi puhelimen kameralla havainnollistaisi ongelmaa ja helpottaisi sen paikannusta. Älypuhelimella voisi lisäksi kirjoittaa mahdollisia lisätietoja. Jotta tehdyn havainnon lisäksi järjestelmään tallentuisi automaattisesti myös havaintopaikka, voisi paikallistamiseen käyttää joko GPS-paikannusta tai kiinteistön sisäisiä tukiasemia. GPS-paikannuksen tarkkuus ei kuitenkaan välttämättä ole riittävä, ja rakennuksen pohjapiirroksen liittäminen koordinaatteihin voi olla työlästä. Sisäisiä tukiasemia taas tulisi olla vähintään kolme, jotta paikannus olisi toteutettavissa niiden avulla. Tutkimus- ja kehitystyötä kompaktin ja helppokäyttöisen mittalaitteiston ja dokumentointijärjestelmän aikaansaamiseksi on joka tapauksessa tehtävä.

LÄHTEET

Ahonen, M., Halme, A., Heinonen, J., Inkinen, J., Kukka, M., Lepistö, T., Mäkinen, R. & Mäkitalo-Keinonen, T. 2015. Ratkaisuja sisäympäristöjen hygienian hallintaan. Hankkeen loppuraportti. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu.

Andersson, T. 2004. Rakennussiivous. Työn aikainen siivous ja loppusiivous osana rakentamisen puhtauden hallintaa. Helsinki: Siivoussektori Oy.

Andersson, T. 2015. Sisäilmasto ja kiinteistöpalveluiden järjestäminen elinkaarihankkeissa. Teoksessa Säteri, J. & Ahola, M. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2015. SIY Raportti 33. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 113-118.

Asikainen, V., Pasanen, P. & Kokotti, H. 2015. Yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön vaikutukset rakennusten paine-eroihin ja sisäilman laatuun. Teoksessa Säteri, J. & Ahola, M. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2015. SIY Raportti 33. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 247-252.

Asumisterveysasetus. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4.2015/545.

Asumisterveysopas. 2009. 3. painos. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Pori: Ympäristö ja Terveys-lehti.

Aulanko, M. 2001. Siivous sisäilmatekijänä. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2001. SIY Raportti 15. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 159-164.

Backlund, P., Talvitie, O., Lappalainen, K. & Tuomi, T. 2014. Uusien lattiamuovipäällysteiden emissiot. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2014. SIY Raportti 32. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 149-154.

Björkroth, M., Taipale, A., Vartiainen, E., Kulmala, I., Niemeläinen, M., Jokiranta, K. & Holopainen, R. 2006. Suodatusratkaisun vaikutus sisäilman pienhiukkaspitoisuuteen. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2006. SIY Raportti 24. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 135-140.

Carling, P. 2016. Puhelinkeskustelu 9.2.2016.

CIE 97:2005. Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems. 2005. The International Commission on Illumination (CIE).

Enbom, S., Heinonen, K., Kalliohaka, T., Lehtimäki, M., Niemeläinen, M. & Salmela, H. 2014. Uusilla suodatusratkaisuilla ilmastointijärjestelmien kyky hallita sisäilman hiukkaspitoisuutta moninkertaiseksi. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2014. SIY Raportti 32. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 81-85.

Fineko Chemicals Oy. VOC-päästöt. Tulostettu 18.10.2015. www.fineko.fi/files/7713/7569/2760/Voc-tiedote.pdf

Harju, R. 2011. Rakennuksen alipaineisuuden vähentäminen rakennuksen terveellisyyden lisäämiseksi. Talotekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opin- näytetyö.

Hautamäki, M., Yli-Pirilä, P. & Pasanen, P. 2006. Sisäilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat lähteet koneellisesti ilmastoiduissa rakennuksissa. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2006. SIY Raportti 24. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 141-145.

Hengitysliitto. Otsonoivat laitteet. Luettu 20.10.2015. <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanpuhdistimet/otsonoivat-laitteet>

Henrics-Eckerman, M-L. 1998. Siivoojien altistuminen kemikaaleille vahanpoiston ja vahauksen yhteydessä sekä vahauksen vaikutus sisäilman laatuun. Työsuojelun julkaisuja 22. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), työsuojeluosasto.

Hinds, W.C. 1999. Aerosol Technology. Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles. Second Edition. UCLA School of Public Health. Center for Occupational and Environmental Health. Department of Environmental Health Sciences. Los Angeles, California.

Hiukkassuodatuksen peruskäsitteet. 2012. LVI-ohjekortti 31-10507. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Hiukkastieto. 2008a. Depositio. Luettu 26.10.2015. <http://hiukkastieto.fi/node/38>

Hiukkastieto. 2008b. Hiukkasten depositio hengityselimistössä. Luettu 26.10.2015. <http://www.hiukkastieto.fi/node/59>

Hiukkastieto. 2008c. Hiukkasten diffuusio. Luettu 26.10.2015. <http://hiukkastieto.fi/?q=node/42>

Hiukkastieto. 2008d. Hiukkasten koko ja muoto. Luettu 26.10.2015. <http://www.hiukkastieto.fi/node/22>

Hiukkastieto. 2008e. Hiukkasten liike ilmassa. Luettu 29.2.2016. <http://hiukkastieto.fi/node/32>

Holopainen, R., Kähkönen, E., Salmi, K., Hellgren, U-M., Hintikka, E-L., Reijula, K., Asikainen, V., Peltonen, M., Pasanen, P., Kakko, L., Anttila, V-J. & Laitinen, K. 2012. Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistaminen sairaaloiden vuodeosastoilla. Ohjeet tilaajille, puhdistajille ja osaston henkilökunnalle. Helsinki: Työterveyslaitos.

Holopainen, R., Pasanen, P., Railio, J., Säteri, J. & Virranta, P. 2008. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. Tavoitteena hyvä ja energiataloudellinen sisäilmasto. Helsinki: Opetushallitus.

HTP-arvot 2014. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista 26.11.2014/268.

Huilaja, E. 2010. Tekninen ja toiminnallinen laatu. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 32-33.

Huttunen, J. 2012. Hengitysilman pienhiukkaset – savusta ja saasteista sairautta. Kolumni Terveyskirjastossa. Luettu 27.10.2015. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=kol00207

Hyttinen, M., Ruokolainen, J., Aarni, T., Suontamo, T., Korhonen, E., Leppänen, M. & Pasanen, P. 2015. Siivousalan työolosuhteet ja siivoustyöhön liittyvien riskien arviointi. Loppuraportti. TSR Hanke nro 113272. Kuopio: Itä-Suomen yliopisto.

Hänninen, O. & Asikainen A. (toim.) 2013. Efficient reduction of indoor exposures. Health benefits from optimizing ventilation, filtration and indoor source controls. Raportti 2/2013. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Helsinki: Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL).

Jokinen, L., Pessi, P. & Laine, T. 2014. Esimerkkejä tavanomaisten ilmastointilaitosten suunnittelusta: Koulu. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 334-340.

Kakko, L. 2016. Puhtauspalveluiden lehtori, TAMK. Lattioiden hoitokustannuksia. Sähköpostiviesti. leila.kakko@tamk.fi. Luettu 3.3.2016.

Kakko, L. & Aulanko, M. 2003. Siivous ja sisäilma. Sisäilmaopas 4. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy.

Kalema, T. & Viot, Maxime. 2013. Ventilation and indoor air quality in school buildings. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2013. SIY Raportti 31. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 91-96.

Kemikaalien EU-riskinarviointi ja –vähennys. Di-(2-etyyliheksyyli)ftalaatti. 2009. Tulostettu 18.10.2015. www.tukes.fi/Tiedostot/Kemikaalituotteet/tietokortit/117-81-7.pdf

KiinteistöRYL 2009. Kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset. 2009. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Kivikallio, J. 2010. Siivous ja sisäilman laatu. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 45-46.

Kokko, E., Ojanen, T., Salonvaara, M., Hukka, A. & Viitanen, H. 1999. Puurakenteiden kosteustekninen toiminta. Espoo: VTT.

Korhonen, E. 2011. Puhtauspalvelut ja työympäristö. Ostettujen siivouspalveluiden laadun mittaamenetelmät ja laatu sekä siivouksen vaikutukset sisäilman laatuun, tilojen käyttäjien kokemaan terveyteen ja työn tehokkuuteen toimistorakennuksissa. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Väitöskirja.

Korhonen, H. & Lintunen, M. 2003. Hyvä sisäilmasto. Helsinki: Like Kustannus Oy.

Korppi, K. & Kivikallio, J. 2010. Saniteettiposliini. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 99.

Koskinen, E. & Holmberg, R. 2014. Ilman suodatus. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 195-249.

Kosonen, R. & Sandberg, E. 2014. Päätelaitteet ja huonelaitteet. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 225-239.

Kovanen, K., Tuovila, H., Riala, R., Harju, R., Laamanen, J., Sääntti, J. & Tossavainen, A. 2006. Ilmanvaihtolaitteiden kuitupäästöt: luokitusmenetelmän kehittäminen. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2006. SIY Raportti 24. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 159-164.

Kukkonen, E. 2014. Sisäilmaluokituksen päivittäistyö on alkanut. Sisäilmauutiset 2/2014, 9.

Kulmala, M., Asmi, A. & Pirjola, L. 1999. Indoor air aerosol model: the effect of outdoor air, filtration and ventilation on indoor concentrations. *Atmospheric Environment* 33 (14), 2133–2144.

Kähkönen, H. 2016. Tuotekehityspäällikkö, KiiltoClean Oy. Apuja opinnäytetyöhön. Sähköpostiviesti. heidi.kahkonen@kiiltoclean.fi. Tulostettu 1.3.2016.

Kääriäinen, P. & Kivikallio, J. 2010. Siivousmenetelmät. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 49-56.

Lehtimäki, M. & Taipale, A. 2011. Ilmansuodatuksella puhtaampaa sisäilmaa. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2011. SIY Raportti 29. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 159-164.

Lehtimäki, P. 2016. Toimitusjohtaja, Tulilattia Oy. Kysymyksiä tulilattiasta. Sähköpostiviesti. pasi.lehtimaki@tulilattia.fi. Tulostettu 24.2.2016.

Lindab. 2014. Acutec äänenvaimennusmateriaalin esite. Tulostettu 7.2.2016. <http://www.lindab.com/fi/documents/ilmastointi/esitteet%20ja%20dokumentit/acutec-äänenvaimennusmateriaali.pdf>

Malmberg, B., Leanderson, P., Nilsson, A. & Flodin, U. 2000. Powdering floor polish and mucous membrane irritation in secondary school pupils. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 73 (7), 498-502.

Markkanen, P., Villberg, K. & Hyvärinen, M. 2014. Sisäilmaongelmat ja pölyisyys. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2014. SIY Raportti 32. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 75-79.

Mikrokuitu tehokkain rasvanpoistaja. 2012. Puhtaustieto 3/2012, 20.

- Motiva. 2014. Sisälämpötila. Päivitetty 18.12.2014. Luettu 29.11.2015. http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lammonsaasto/sisalampotila
- Motiva. 2015a. Sisävalaistus. Päivitetty 28.7.2015. Luettu 24.2.2016. http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/valaistus/sisavalistus
- Motiva. 2015b. Valaistus. Päivitetty 28.7.2015. Luettu 24.2.2016. http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/valaistus
- Mäkinen, R., Miettinen, I., Pitkänen, T., Kusnetsov, J., Pursiainen, A. & Keinänen-Toivola, M. 2009. Mikrobin kokonaismäärä pienempi elektronisissa hanoissa kuin vipuhanoissa. Suomen Sairaalahygienialehti 27 (4), 156-165.
- Naumov, A. L., Tabunshchikov, I. A., Kapko, D. V. & Brodach, M. M. 2016. Control of indoor air quality by demand controlled ventilation. The REHVA European HVAC Journal 53 (1), 41-45.
- Otsonaattoreita ei saa markkinoida sisäilman puhdistamiseen terveysväittämin. 2006. As-teInfo 2/2006, 3.
- Palonen, J., Kurnitski, J., Keto, M., Jokuranta, K., Metsämuuronen, J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A., Turunen, M., Paanala, A. & Shaughnessy, R. 2009. Ala-asteen 6. luokkien ilmanvaihdon toimivuus. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2009. SIY Raportti 27. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 149-154.
- Parhaan tarjouksen valinta - ohje siivouspalveluja ostaville organisaatioille. 2007. KH-ohjekortti 60-00395. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- Pelastuslaki 13.6.2003/468.
- Pelastuslaki 29.4.2011/379.
- Peltokorpi, M. & Ryyänen, P. 2010. Lattiamateriaalit. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 57-84.
- Pesonen-Leinonen, E. 2000. Sisäympäristön laatu toimistokiinteistössä. Teoksessa Aulanko, M., Kakko, L. & Pesonen-Leinonen, E. 2000. Siivous ja sisäilma. Tutkimuksia toimistokiinteistöissä ja laboratorioissa. Helsinki: Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitos.
- Pesonen-Leinonen, E. 2003. Sisäympäristön pintojen puhdistuvuus. Helsinki: Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitos.
- Pesonen-Leinonen, E. 2008. Paljonko pölyä sallitaan pinnoilla?. Puhtaus & Palvelusektori 4/2008, 20-21.
- Puhakka, E., Kärkkäinen, J., Korhonen, M. & Hietanen, L. 2006. Hiukkasten hallinta rakennuksissa: Sisäilman mineraalikuidut. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2006. SIY Raportti 24. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 115-120.

- Puhtauden hallinnan huomioonottaminen rakennussuunnittelussa. 2009. LVI-ohjekortti 06-10447. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- Putus, T. 2009. Suomalaisten koulujen sisäilmaongelmien ja kosteusvaurioiden yleisyys – STAKES-kyselyt 2007-2008. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmasto-seminaari 2009. SIY Raportti 27. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 143-148.
- Ripatti, H., Pentikäinen, J., Saaristo, P., Vasara, J. & Liljeström, K. 2002. Puhtaan ilman-vaihdon suunnitteluohje. SIY Raportti 16. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy.
- Ripatti, H. & Sandberg, E. 2014. Ilmastointijärjestelmät. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 129-152.
- Rundt, A-R., Backlund, P. & Paakkola, K. 2005. Sisäilman hajut ja orgaaniset epäpuh-taudet. Työterveyslääkäri 2/2005, 156-163. Luettu artikkelin verkkojulkaisu 16.10.2015. http://www.ebm-guidelines.com/dtk/shk/avaa?p_artikkeli=ttl00208#T1
- Ruponen, Mika. 2001. Puhdistettava ilmastointipalkki. Teoksessa Säteri, J. & Backman, H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2001. SIY Raportti 15. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy, 221-225.
- Saarinen, S. 2005. Siivous vaikuttaa sisäilman laatuun. Rakennustaito 2/2005, 50-51.
- Salonen, H. 2009. Indoor air contaminants in office buildings. Tampere: Tampereen Yli-opistopaino Oy.
- Salonen, R. & Pennanen, A. 2006. Pienhiukkasten vaikutus terveyteen. Tuloksia ja pää-telmiä teknologiaohjelmasta FINE Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys. Toim. Paukku, T. Helsinki: Tekes.
- Sandberg, E. 2014. Äänitekniikka ja huoneakustiikka. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Il-mastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 53-86.
- SFS 5967. Puhtausalan sanasto. 2010. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS 5994. Siivouksen tekninen laatu. Mittaus- ja arviointijärjestelmä (INSTA 800:2010). 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: sisätilojen työkohtei-den valaistus. 2010. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN 1822-1. High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA). Part 1: Classifica-tion, performance testing, marking. 2010. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- SFS-EN 779. Particulate air filters for general ventilation. Determination of the filtration performance. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- Siivous parantaa sisäilman laatua: dosentti Marja Aulanko Terve talo-seminaarissa. 2000. Kiinteistö ja isännöitsijä 11/2000, 13.

Sisäilmaopas. 2012. Helsinki: Allergia- ja Astmaliitto ry & Hengityслиitto ry.

Sisäilmastoluokitus 2000. 2001. LVI-ohjekortti 05-10318. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2009. LVI-ohjekortti 05-10440. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Sisäilmayhdistys ry. 2008a. Hiukkasmaiset epäpuhtaudet. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat.. Luettu 27.10.2015 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Hiukkasmaiset-epapuhautet>

Sisäilmayhdistys ry. 2008b. Kemialliset epäpuhtaudet. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Luettu 15.10.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemialliset-epapuhautet>

Sisäilmayhdistys ry. 2008c. Kosteusvaurioituminen: LVI-järjestelmien vaikutus. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Luettu 29.11.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/LVI-jarjestelmien-vaikutus>

Sisäilmayhdistys ry. 2008d. Maanvastainen betonilaatta. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Luettu 17.2.2016. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>

Sisäilmayhdistys ry. 2008e. Mikrobikasvun edellytykset. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Luettu 28.11.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>

Sisäilmayhdistys ry. 2008f. Perustietoa. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Luettu 8.10.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa>

Sisäministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta 13.9.2001/802.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2006. Lausunto otsonia tarkoituksella asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisäilmaan tuottavista laitteista. STM/2703/2005.

SSTL Puhtausala ry. Tarjouspyyntö: Hankinnan kohteen kuvaus. Luettu 26.2.2016. <http://www.puhtausala.fi/kohteen-kuvaus>

Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet.

Suontamo, T. 2002. Siivousaineet. Palveluohjaajan käsikirja. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 2:7. Helsinki: Siivoussektori Oy.

Swegon Air Academy & Swedvac (EMTF). 2014. Webinar #1: “Indoor air quality and the impact on school children’s performance. All About Performance of Schoolwork by Children.” Author: David P. Wyon. Katsottu 6.9.2015. <https://www.youtube.com/watch?v=bWL3ZMNLUBQ>

Säteri, J. & Koskela, H. 2014. Sisäilmasto. Teoksessa Sandberg, E. (toim.) Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointiteknikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy, 37-79.

Talka, I. 2006. Pienpolton hiukkasten sähköinen suodattaminen. Uusiutuvan energian koulutusohjelma. Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Pro gradu-tutkielma.

Taloyhtio.net. 2004. Allergialiitto kehottaa seuramaan huoneilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Jäsentiedote, julkaisupäivä 13.12.2004. Luettu 29.11.2015. <http://www.taloyhtio.net/hoku/hokutiedotteet/5402.aspx>

Tarkett. 2015a. Linoleum-lattiat. Luettu 28.11.2015. <http://kohdemyynti-lattiat.tarkett.fi/tuotteet/linoleum-lattiat>

Tarkett. 2015b. Tuotevalikoima. Luettu 28.11.2015. <http://kohdemyynti-lattiat.tarkett.fi/content/tuotevalikoima>

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2014. Melu. Päivitetty 29.12.2014. Luettu 29.2.2016. <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu>

Terveysuojelulaki 19.8.1994/763.

Toimitilakiinteistön kiinteistöhoitopalveluiden hankinta. Palvelukuvauksen laatiminen. 2010. KH-ohjekortti X4-00459. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS

Tontti, A. 2015. Otsonoitu vesi ylläpitosiivouksessa. Palvelujen tuottamisen ja johtamisen koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Tossavainen, A., Tuovila, H., Riala, R., Harju, R., Tuomi, T., Voutilainen, R., Laamanen, J., Heimonen, I. & Kovanen, K. 2006. Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt: terveyshaitat, mittaaminen ja tuotekehitys. Teoksessa FINE – Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys 2002–2005 loppuraportti. Teknologiaohjelmaraaportti 9/2006. Helsinki: Tekes, 153-163.

Työterveyslaitos. 2010a. Formaldehydi. Sisäilman epäpuhtaudet. Luettu 15.10.2015. http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman_epapuhtaudet/formaldehydi/Sivut/default.aspx.

Työterveyslaitos. 2010b. Teolliset mineraalikuidut. Päivitetty 28.4.2010. Luettu 28.11.2015. http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman_epapuhtaudet/kuidut/Sivut/default.aspx

Työterveyslaitos. 2011a. Formaldehydin terveyshaitat ja altistuminen. Ainekohtaista kemikaalitietoa. Luettu 15.10.2015. http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/formaldehydi/formaldehydin_terveysahaitat_ja_altistuminen/Sivut/default.aspx.

Työterveyslaitos. 2011b. Sisäilman 2-etyyli-1-heksanoli. Sisäilman ja sisäympäristön terveydelliset tekijät. Luettu 18.10.2015. http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/terveydelliset_tekijat/sisailman_2eh/sivut/default.aspx

Työterveyslaitos. 2014a. Ammoniakki. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet, OVA-ohje. Luettu 8.10.2015. <https://www.ttl.fi/ova/ammoni.html>

Työterveyslaitos. 2014b. Formaldehydi. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet, OVA-ohje. Tulostettu 15.10.2015. <https://www.ttl.fi/ova/formalde.html>.

Työterveyslaitos & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2016. Työterveyslaitoksen ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen kannanotto biosidien käytöstä korjausrakentamisessa. Julkaistu 15.3.2016. Tulostettu 18.3.2016. https://www.thl.fi/documents/98567/1895106/Kannanotto+TTL_THL+biosidien+k%C3%A4yt%C3%B6st%C3%A4+korjausrakentamisessa.pdf/2c71ce36-4d28-4c53-bff5-eed2adbc2ad7

Työturvallisuuslaki. 23.8.2002/738.

Uponor. 2012. Uponorin muovinen ilmanvaihtokanava on hyväksytty järjestelmä pien- ja kerrostaloihin. Julkaistu 17.4.2012. Luettu 23.1.2016. https://www.uponor.fi/uutiset/uutiset/arkisto_2012/iv_sertifiointi.aspx

Valkosalo, T. 2010. Siivousaineet. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 103-124.

Valvira. 2011. Lausunto VOC-mittaustulosten tulkinnasta asuntojen terveyshaaita-asi-
oissa. Dnro 6195/11.02.02.00/2011. Tulostettu 18.10.2015. www.valvira.fi/documents/14444/22511/VOC_lausunto_ESAVI.pdf

Veikkolainen, P. 2014. Jäähdytyspaneelien ja -palkkien huoltotarve ja toimistotyöntekijöiden asiakastyytyväisyys jäähdytykseen. Talotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

VTT:n lehdistötiedote. 2008. VTT, Fläkt Woods ja Millidyne kehittivät likaa hylkivän ilmanvaihtoventtiilin. Julkaistu 23.9.2008. Tulostettu 21.9.2015. <http://www.kauppa-lehti.fi/5/i/yritykset/lehdisto/hellink/tiedote.jsp?selected=kaikki&oid=20080901/12221779330840>

Yltiö, H. 2010. Siivoustyön mitoitus. Teoksessa Valkosalo, T. (toim.) Siivoustyön käsikirja. 2010. Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7. 22. painos. Helsinki: Suomen Siivoustekninen liitto ry, 231-244.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelu kohteessa 1

Kohde 1 26.1.2016

1(3)

Alakoulun siivoojina toimii kunnan palveluksessa olevia työntekijöitä 3 kpl. Kaikki ovat ainoastaan koululla töissä. Kunnalla on vakituisia kiertäviä siivoojia, jotka tulevat paikkaamaan sairastapauksissa, jos ehtivät. Nykyisten siivoojien perehdytys uusiin tiloihin oli ”itseoppivasti”. Uusia työntekijöitä ei ole laajennuksen valmistumisen jälkeen tullut eikä heitä ole tarvinnut perehdyttää, mutta haastatteluun vastanneet siivoojat hoitaisivat perehdytyksen, jos olisi tarve.

Puhdistuspalvelutyöntekijä, ollut koululla 3,5 vuotta. Laitoshuoltajan tutkinto sekä keittiökoulutusta, mutta ei virallista tutkintoa siitä. Tekee siivouksen lisäksi ruokapuolta. Työaika 6-14.

- WC-tiloissa vaikeinta siivota on saippua pesualtaasta.
- Ei ole kuullut pesualtaiden pinnoitteista.
- Hankalinta siivota, jos käyttäjät ovat tiloissa.

Puhdistuspalvelutyöntekijä, ollut 14 vuotta. Siivouspuolen kurseja, muttei tutkintoa. Työaika 6-14.

- Saippua on hankalinta siivota WC-tiloissa.
- On lukenut Siivoustaito-lehdestä saniteettikalusteiden pinnoitteista, mutta ei ole omaa kokemusta.
- Tavara siivottavilla pinnoilla vaikeuttaa siivousta. ”Mitä vähemmän olisi ylimääräistä tavaraa luokissa, niin paljon helpompi olisi pitää puhtaana. Kaikki kaapinpäälliset ja kaikki.”

Ruokapalvelutyöntekijä, ollut 14 vuotta. Siivoaa aamuisin ja iltapäivisin, 9.30-15 keittiötyössä. Työaika 8.30-16.40.

- WC-istuimen jalka tuntuu vaikealta siivota.
- Ei ole kuullut pesualtaiden pinnoitteista.
- Pulpettien nostelu sivuun ennen lattian pesua vie aikaa ja on vaivalloista. Lattia on luistamaton (kumimatto), joten pulpetit täytyy kantaa.
- Työn tuloksen näkeminen motivoi; uusilla pinnoilla siivouksen tuloksen näkee.

Talotekniikka ja sen puhtaanapito kohteessa:

2(3)

Ilmanvaihto on normaalisti päällä siivouksen aikana. Ilmanvaihtoa ei säädetä siivoojien toimesta.

Ilmanvaihto ja yläpölyt:

- Korkealla olevat päätelaitteet siivotaan joka 5. vuosi. Huoltomies tilaa siivouksen erikseen ulkopuoliselta yritykseltä.
- Luokissa yläpölymopilla pyyhittävässä olevat pyyhittään 4 krt vuodessa, kuten kaikki yläpölyt. Asia on kirjallisena esitetty työohjeissa.

Vanhalla puolella olevat lämmityspatterit puhdistetaan kerran vuodessa peruspesujen yhteydessä kuivalla yläpölymopilla pyyhkien (taustat).

Rakennuksessa käytössä normaalit vesikalusteet (ei kosketusvapaita). Siivouksen aikamitoitukseen ollaan tyytyväisiä.

Rakennuksessa ei käytetä desinfioivia puhdistusaineita normaalsiivouksessa. Oxiviria käytetään ainoastaan oksennuksien siivoamiseen.

Siivouksen laadun tarkistus ja palaute:

Laatutasot on määritelty koulun rehtorin ja Pirkkalan kunnan ruoka- ja puhtauspalvelun vastaavan palveluohjaajan toimesta. Laatutarkastus tehdään kerran vuodessa, jolloin rehtori ja vs. palveluohjaaja kiertävät tilat. Puhtausnäytteitä otetaan 2 krt vuodessa (pistotarkastus).

Palaute tulee siivoojille suoraan, henkilökunta kiittää ja kritisoi sanallisesti suoraan siivoojille. Myös pomo (vs. palveluohjaaja) keskustelee asioista asiallisesti. Tämä koetaan mukavaksi.

Huoltoasioista kertominen:

Siivoojat ja huoltohenkilökunta näkevät usein esim. kahvilla, joten huoltoasiat kerrotaan koulun omalle huoltomiehelle kasvokkain. Asiat pitäisi ilmoittaa netissä täytettävällä kaavakkeella (vikailmoitus), mutta sen käyttö on koettu hankalaksi verrattuna suoraan keskusteluun. Opettajat voivat ilmoittaa vika-asioita myös paperisilla lomakkeilla, joiden käytöstä pitäisi kuitenkin päästä eroon. Olosuhteiden havainnointia ei ole kirjattu mihinkään, mutta siivoojat kokevat, että vika-asioista kertominen kuuluu työhön.

Mielipiteet olosuhdehuolehtijoina toimimisesta:

3(3)

Kysyttäessä siivoojat olivat positiivisin mielin uudesta ”toimenkuvasta” olosuhdehuolehtijoina.

”No se olis mielenkiintoista.”

”Se ois kyllä hyvä, koska silloin kun oli ne kovat pakkaset niin tuolla yhdessä luokassa, paljoko siellä oli silloin, oliko siellä joku neljätoista?” ”Kuustoista.” ”Kuustoista astetta ja taas tuolla päässä on kuin saunaan menis.” ”Varmaan 35 astetta.” ”Ja siellä haiseekin.”

”Kyllä mä voisin kokeilla ainakin.”

Muut esille tulleet asiat:

Kävi ilmi, että rakennuksen ilmanvaihdossa on ongelmia. Ikkunat huurtuvat ikkunanpesujen yhteydessä kesäisin sekä sateisella ilmalla syksyisin. Myös lämpötilaerot eri tilojen välillä koettiin suuriksi. Ainakin yhdessä tilassa yksi siivooja koki hengitysteiden ärsytysoireita (yskää).

Liite 2. Haastattelu kohteessa 2

Kohde 2 27.1.2016

1(2)

Kunnan palveluksessa olevia työntekijöitä on mitoitettu lukion tiloihin 2,3 kpl. Siivoustyön ohjaaja perehdyttää uudet työntekijät, mutta haastateltavan ovat perehdyttäneet edelliset työntekijät. Siivouspalveluissa on ollut organisaatiomuutoksia ja työntekijöiden vaihtumista. Uusia työntekijöitä oli tulossa haastattelua seuraavalla viikolla. Haastatteluhetkellä henkilö oli yksin töissä.

Laitoshuoltaja, ollut koululla 3 vuotta, josta vasta muutaman kuukauden kokoaikaisesti. Laitoshuoltajan tutkinto. Työaika 7.00-15.09.

- Vaikeinta WC-tiloissa on siivota pesualtaat, joita lukiolaistytöt sotkevat meikein.
- Ei ole kuullut pesualtaiden pinnoitteista.
- Hankalinta siivota aulatilat, joissa on jatkuvasti opiskelijoita.
- Aikamitoitukseen tyytyväinen, kunhan kaikki ovat paikalla.

Talotekniikka ja sen puhtaanapito kohteessa:

Lukion tiloissa on muutama luokka, joiden lattiat pitäisi vahata tulevana kesänä. Haastateltavalla ei ole tietoa, miten ilmanvaihtoa voisi tehostaa. Hän uskoo kuitenkin, että uudessa rakennuksessa ilmanvaihtoa pystyy tehostamaan vahauksen ajaksi. Ilmanvaihdon käyntiajoistakaan hänellä ei tietoa, mutta ilma tuntuu pääosin hyvältä. Hänen mukaansa muutamassa luokassa on päivisin tuntien jälkeen huono ilma.

Ilmanvaihto ja yläpölyt:

- Pääte-elimet puhdistetaan päällisin puolin pölyhuiskulla vähintään pari kertaa vuodessa sekä silloin, kun ne näyttävät likaisilta.
- Yläpölyt puhdistetaan kesäisin perussiivouksen yhteydessä sekä kouluvuoden aikana sen, mitä pystyy. Korkeammalla olevat harvemmin.

Tiloissa ei ole pattereita. Edellisissä kohteissa olleet patterit haastateltava on siivonnut patterihuiskulla kerran-pari vuodessa.

Desinfioivia puhdistusaineita käytetään pääasiassa ainoastaan terveydenhoitajan tiloja siivottaessa, eikä sielläkään päivittäin.

Siivouksen laadun tarkistus ja palaute:

2(2)

Laatutasot on määrittänyt kunnan siivouspalvelupäällikkö. Siivoustyön laadun valvonta tapahtuu rehtorille lähetettävällä kyselyllä, jonka tulokset käydään läpi siivoojien kanssa. Opettajat antavat palautteen siivouksesta suoraan suullisesti, mikä koetaan mukavana.

Huoltoasioista kertominen:

Siivoojat soittavat koulun huoltomiehelle tai ilmoittavat vahtimestarille, jos tiloissa havaitaan epäkohtia. Olosuhteiden havainnoinnin kirjallisesta määräytyksestä haastatellulla henkilöllä ei ole tietoa.

Mielipide olosuhdehuolehtijoina toimimisesta:

”Joo, eihän siitä nyt suuri vaiva oo kuitenkaan.”

Liite 3. Haastattelu kohteessa 3

Kohde 3 2.2.2016

1(3)

Kaupungin liikelaitoksen palveluksessa olevia työntekijöitä on mitoitettu kohteeseen 3,5. Tällä hetkellä 5 siivoojaa, joista yhden tulee olla keittiöllä ja yhden päiväkodilla. Perehdytys on hoitunut viimeksi taloon tulleen toimesta. Siivoojat ovat itse tehneet työohjeet. Aiempi työnantaja antoi tarkat ohjeet, mutta nykyinen ei ole antanut ohjeita tai perehdytystä. Haastateltavana 4 kpl siivouspalvelutyöntekijöitä, joiden työaika on klo 7-15.09. Syksyllä toimenkuva on laajentunut myös keittiötöihin (tiskaus, vaunujen täyttö yms).

Palvelutyöntekijä (siivooja), ollut talossa 6kk. Työkokemusta reilu vuosi, laitoshuoltajan koulutus.

- Ei ole kuullut altaiden pinnoitteista.

Palvelutyöntekijä (siivooja), ollut talossa 8 kk. Työkokemusta 14 vuotta, koulutus toimitalahuoltaja.

- Saippua-annostelijat hankalia puhdistaa (saippuapussin vaihto hankalaa, saippuavuodot vaikeita siivota).
- WC:t pieniä, mikä vaikeuttaa siivousta.
- Ei ole kuullut altaiden pinnoitteista.

Palvelutyöntekijä (siivooja), ollut talossa 8 kk. Työkokemusta yli 30 vuotta, toimitilahuoltajan koulutus.

- Kulmikkaat altaat hankalat siivota, kulmiin jää likaa. Lyhyet, kääntymättömät hanat valuttavat veden suoraan viemäriin, jolloin allas on vaikea huuhdella.
- Päiväkodin tiloissa WC-istuin lähellä seinää, hankala siivota takaa.
- Ei ole kuullut altaiden pinnoitteista.
- Siivoustaso ei ole sitä, mitä mielestään kuuluu olla, koska siivooja on liian vähän.
- Käyttäjien mukaan ajoitettava siivous (päiväkodin tiloissa) hankaloittaa työskentelyä.
- Tehdyn työn arvostus (pomoilta) parantaisi työn tulosta.

Palvelutyöntekijä (siivooja), ollut talossa 2,5 vuotta, yli 20 vuotta työkokemusta, laitoshuoltajan koulutus.

- Kulmikkaat altaat hankalia pitää puhtaana.
- Saippua-annostelijat vuotavat, saippuatahrat vaikeita siivota.
- Kaakelilattioiden saumoihin mennyt saippua hankala poistaa.
- Seinä-WC:t olisivat toivottavia.
- Ei ole kuullut altaiden pinnoitteista.

- Lisäaika parantaisi työn tulosta.

2(3)

Talotekniikka ja sen puhtaanapito kohteessa:

Siivoojilla ei ole säätömahdollisuutta ilmanvaihtoon. Kesäisin on kuuma.

Ilmanvaihto ja yläpölyt:

- Päätelaitteet puhdistetaan kerran vuodessa peruspesujen aikaan kuivalla kalustemopilla.
- Yläpölyt tulisi pyyhkiä kerran vuodessa peruspesujen aikaan. Siivoojat pyytävät, että kaapinpäälliset tyhjennetään, mutta näin ei välttämättä silti tapahdu. ”Mitä pienempi koulu, niin sen paremmin [opettajat tyhjentävät kaapinpäälliset]. Mitä isompi koulu, niin sitä vähemmän. Ja tässä talossa ei millään lailla.”
- Käytävillä isoja lamppuja, joita on lähes mahdotonta puhdistaa. Siivoojat eivät saa nousta tikkaille, eivätkä jatkovarret riitä niin korkealle. Lisäksi lampunvarjostimessa on metallisia ”niittejä”, mitkä hankaloittavat siivousta.

Eräs haastatelluista on aiemmissa kohteissa puhdistanut pattereita kuivalla patteriharjalla kerran vuodessa.

Koulun puolelle toivottaisiin kääntyviä, kosketusvapaita hanoja.

Siivouksen mitoittamiseen ei olla tyytyväisiä. Siivoushenkilökunnan mielestä mitoitus tulisi tarkistaa. Henkilökunta ei ole nähnyt kohteesta tehtyä mitoittamista, mutta heille on kerrottu, että mitoitus on 3,5 henkilöä, mikä koetaan riittämättömäksi.

Koulun puolella desinfiointiaineita käytetään eritetahroihin.

Siivouksen laadun tarkistus ja palaute:

Laatutasoista ei ole tietoa, eikä laadunvarmistuksesta. Rehtorille tietävästi kerran lähetetty siivouskysely, mutta sitä ei käyty siivoojien kanssa läpi. Käyttäjät kiittävät kyllä.

Huoltoasioista kertominen:

Siivoojilla ei ole tietoa, kuka kohdetta huoltaa. Vika-asioista ”huikastaan” vahtimestarille, joka joko korjaa asian itse tai laittaa viestiä eteenpäin. Ilmoitukseen reagointi on kuitenkin siivoojien kertoman mukaan hidasta.

Mielipiteet olosuhdehuolehtijoina toimimisesta:

3(3)

”Mutta kun tässähän ei ole se, että niitähän.. kyllähän me kirjataan epäkohtia vaik kui paljon mut sit se korjaus.”

”En mä nyt tiedä kun sen oppis siis ja se jäis niinku tänne takaraivoon se kirjaaminen niin sehän menis nyt tossa siivouksen lomassa.”

”Mutta jos toi ihan oikeesti.. kun sen oppis sen systeemin et se lähtis meneen semmosella rytmillä.. ei olis huono homma ollenkaan.”

”Ei meidän sanalla oo mitään merkitystä.”

”Se olis ihan mielenkiintoinen homma. Kato tää on aika ykstoikkosta tää meidän homma.”
Siivoojat arvioivat, että he tarvitsisivat 30 min lisääaikaa/päivä, jos tehtäviin kuuluisi myös olosuhteiden ja epäkohtien kirjaaminen.

Muut esille tulleet asiat:

Rakennuksen hissi on liian pieni huoltoliikenteelle. Kuljetushäkit ja siivousvaunut eivät mahdu kunnolla, eikä istuttava yhdistelmäkone mahdu hissiin lainkaan, jolloin sitä ei voi käyttää kuin yhdessä kerroksessa. Lisäksi hissi on usein rikki, mikä hankaloittaa työnte-koa. Siivoojat ovat mm. auttaneet ruuan kantamisessa lapsille, kun hissi oli rikki eikä ruokakärryjä voinut viedä normaalisti.

Loma-aikojen tulisi olla keskitetymin heinäkuun puolivälistä elokuun alkuun, jolloin peruspesut tulisivat tehtyä. Nyt loma-ajat ovat ”milloin sattuu”, eikä yksin ollessaan pysty tekemään kaikkea.

Haastateltujen mielestä olisi helpompaa, jos siivoushenkilökunta olisi koulun palkkalis-toilla, eikä suuren organisaation. Välikäsiä koetaan olevan liikaa, organisaatiojärjestys ja systeemit koetaan vaikeina ja monimutkaisina, vastuunjako esimerkiksi tilausasioissa on epäselvä.

Liite 4. Siivouskyselyn tulokset

1(10)

Siivous, sisäilmasto ja talotekniikka

1. Kuinka paljon alla olevat asiat mielestäsi vaikuttavat oman työsi laatuun?

Osallistujamäärä: 13

	Ei vaikuta mitenkään		Vaikuttaa vain vähän		Vaikuttaa jonkin verran		Vaikuttaa melko paljon		Vaikuttaa erittäin paljon		En osaa sanoa	
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(0)	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø ±
Siivoukseen käytettävissä ...	-	-	-	-	-	-	4x	30,77	9x	69,23	-	4,69 0,48
Työpäivän pituus / työtun...	-	-	-	-	5x	38,46	3x	23,08	5x	38,46	-	4,00 0,91
Työvälineiden asianmukai...	-	-	-	-	1x	7,69	4x	30,77	8x	61,54	-	4,54 0,66
Perehdytys työtapoihin ja...	-	-	1x	7,69	2x	15,38	-	-	10x	76,92	-	4,46 1,05
Käyttäjien läsnäolo siivou...	-	-	2x	15,38	5x	38,46	3x	23,08	3x	23,08	-	3,54 1,05
Tavaramäärä siivottavilla ...	-	-	-	-	2x	15,38	5x	38,46	6x	46,15	-	4,31 0,75
palaute	-	-	-	-	-	-	-	-	1x	100,00	-	5,00 0,00
vuorokaudenaika	-	-	-	-	-	-	1x	100,00	-	-	-	4,00 0,00

2. Miten tyytyväinen olet alla olevien asioiden esiintyvyyteen?

Osallistujamäärä: 13

	Toivoisin olevan/esiintyvän merkittävästi vähemmän		Toivoisin olevan/esiintyvän vähän vähemmän		Olen tyytyväinen nykytilanteeseen		Toivoisin olevan/esiintyvän vähän enemmän		Toivoisin olevan/esiintyvän paljon enemmän		En osaa sanoa	
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(0)	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø ±
Siivoukseen käytettävissä ...	1x	7,69	-	-	5x	38,46	3x	23,08	4x	30,77	-	3,69 1,18
Työpäivän pituus / työtun...	-	-	-	-	7x	58,33	3x	25,00	1x	8,33	1x	3,45 0,69
Työvälineiden asianmukai...	-	-	-	-	10x	76,92	1x	7,69	1x	7,69	1x	3,25 0,62
Perehdytys työtapoihin ja...	-	-	-	-	5x	38,46	5x	38,46	2x	15,38	1x	3,75 0,75
Käyttäjien läsnäolo siivou...	1x	7,69	3x	23,08	8x	61,54	-	-	-	-	1x	2,58 0,67
Tavaramäärä siivottavilla ...	1x	7,69	9x	69,23	1x	7,69	1x	7,69	-	-	1x	2,17 0,72

Kysytyt asiat:

Siivoukseen käytettävissä oleva aika

Työpäivän pituus / työtuntien määrä

Työvälineiden asianmukaisuus / laatu

Perehdytys työtapoihin ja –välineisiin

Käyttäjien läsnäolo siivouksen aikana

Tavaramäärä siivottavilla tasoilla

3. Mitkä asiat eniten parantaisivat oman työsi laatua?

Osallistujamäärä: 7

- Työtunteja enemmän.
- Pinta materiaalit ja niiden kunto.
- Siivoukseen käytettävissä olevan ajan lisääminen
- Asiakaan kanssa käytävät palatteet hyvät sekä huonot.
- Riittävä aika ja se, että tilat ovat tyhjinä asiakkaista. On tärkeää saada siivota ilman muiden läsnäoloa. Työni laatua voisi parantaa myös sillä, että tulevista, mahdollisista ylimääräisistä siivouksista ilmoitetaan ennakoon, jotta voi suunnitella työnsä huolella.
- Siivottavaan kohteeseen enemmän aikaa. Työkohteessa vanhanaikaiset siivottavat materiaalit esim. vahattava lattia. Työkohteisiin kuljen ulkokautta, ei hyvä! Tiloissa kuljetaan erittäin paljon, joten likaisuusaste on korkea. Esimies saisi olla tukena enemmän, eikä istua toimistossa.
- vähemmän tavaroita asiakkaiden pöydillä
- vähemmän syvät työpöydät toimistoissa, nykyisellään ei yletä ikkunalautoihin tai atk-koneiden taakse asti koska etäisyys pöydän etureunasta niin suuri että joutuu kumartumaan ja kurkottamaan
- sinänsä oikein mukavat asiakkaat lähtisivät ajoissa pois työkohteesta, niin saisin rauhassa tehdä työni.

4. Mikä seuraavista on mielestäsi VAIKEIN siivota saniteettitiloissa?

Osallistujamäärä: 13

- (0.0%): WC-istuimen sisäpinta
- (0.0%): WC-istuimen kansiosa
- (0.0%): WC-istuimen ulkopuoli ja alaosa
- 9 (69.2%): WC-istuimen takana oleva tila
- (0.0%): WC-istuimen ja lattian välinen liitoskohta
- (0.0%): Pesuallas
- (0.0%): Vipuhana
- (0.0%): Elektroninen (kosketusvapaa) hana
- 1 (7.7%): Hanan ja pesualtaan välinen liitoskohta
- 1 (7.7%): Lattiakaivo
- (0.0%): WC-tilojen muovilattia
- 1 (7.7%): WC-tilojen laattalattia
- 1 (7.7%): Muuta

Lisäkentän vastaukset:

- Kahhea pitäisiä lattia materiaalia

5. Mikä seuraavista on mielestäsi HELPOIN siivota saniteettitiloissa?

Osallistujamäärä: 13

- (0.0%): WC-istuimen sisäpinta

3 (23.1%): WC-istuimen kansiosa

- (0.0%): WC-istuimen ulkopuoli ja alaosa

- (0.0%): WC-istuimen takana oleva tila

- (0.0%): WC-istuimen ja lattian välinen liitoskohta

9 (69.2%): Pesuallas

- (0.0%): Vipuhana

- (0.0%): Elektroninen (kosketusvapaa) hana

- (0.0%): Hanan ja pesualtaan välinen liitoskohta

- (0.0%): Lattiakaivo

1 (7.7%): WC-tilojen muovilattia

- (0.0%): WC-tilojen laattalattia

- (0.0%): Muuta

6. Oletko kuullut pesualtaiden uusista, puhdistusta helpottavista pinnoitteista, kuten Ceramicplus, Evermite tai Easy Clean? Onko sinulla kokemusta kyseisistä pinnoitteista?

Osallistujamäärä: 13

9 (69.2%): En ole kuullut, eikä ole omaa kokemusta.

- (0.0%): En ole kuullut, mutta olen huomannut toisten altaiden puhdistuvan helpommin.

3 (23.1%): Olen kuullut, mutta ei ole omaa kokemusta.

1 (7.7%): Olen kuullut ja minulla on omia kokemuksia pinnoitteista.

7. Jos olet kuullut pinnoitteista ja/tai sinulla on omaa kokemusta niistä, mitä olet kuullut/millaisia kokemuksia sinulla on?

Osallistujamäärä: 1

- Messuilla, rakennusalan ja rautakaupoissa

4(10)

8. Kuinka usein sinua on ohjeistettu puhdistamaan ilmanvaihdon päätelaitteet (tulo- ja poistoilmaelimet)?

Osallistujamäärä: 13

- (0.0%): Viikon välein
- 2 (15.4%): Kuukauden välein
- 1 (7.7%): Kolmen kuukauden välein
- 1 (7.7%): Puolen vuoden välein
- 1 (7.7%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kahden vuoden välein
- 2 (15.4%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- 2 (15.4%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, mutta puhdistan ne silloin tällöin, jos ehdin
- 4 (30.8%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, eikä niiden siivous kuulu minulle

9. Kuinka usein mielestäsi ilmanvaihdon päätelaitteet (tulo- ja poistoilmaelimet) tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 13

- 2 (15.4%): Viikon välein
- 6 (46.2%): Kuukauden välein
- 2 (15.4%): Kolmen kuukauden välein
- 2 (15.4%): Puolen vuoden välein
- (0.0%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kahden vuoden välein
- 1 (7.7%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- (0.0%): Silloin tällöin, jos ehtii
- (0.0%): Niitä ei tarvitse puhdistaa / asia ei kiinnosta minua

5(10)

10. Tiedätkö, miten ilmanvaihdon päätelaitteet (tulo- ja poistoilmaelimet) tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 13

5 (38.5%): En tiedä.

3 (23.1%): Minulla on arvaus/aavistus asiasta.

5 (38.5%): Tiedän.

- (0.0%): En osaa tai halua sanoa.

11. Miten ilmanvaihdon päätelaitteet (tulo- ja poistoilmaelimet) tulisi mielestäsi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 3

- Käytännössä ne ehtii vain pölyhuiskulla pyyhkäistä, eikä sitäkään edes läheskään kerran kuukaudessa. Kaikki syvemmät avaamiset ja puhdistukset kuuluvat kiinteistönhoitajalle.
- Päällisin puolin puhdistetaan, mutta saattaa olla, että joitain osiakin olisi hyvä irrottaa, mutta tällöin ei työ tapahtuisi kovin usein.
- Imuroiden, kostealla liinalla pyyhkimällä jossa on hieman puhdistus ainetta.

12. Kuinka usein sinua on ohjeistettu puhdistamaan jäähdytyspalkit?

Osallistujamäärä: 3

- (0.0%): Viikon välein
- (0.0%): Kuukauden välein
- (0.0%): Kolmen kuukauden välein
- 1 (33.3%): Puolen vuoden välein
- (0.0%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kahden vuoden välein
- (0.0%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- 1 (33.3%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, mutta puhdistan ne silloin tällöin, jos ehdin
- 1 (33.3%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, eikä niiden siivous kuulu minulle

13. Kuinka usein mielestäsi jäähdytyspalkit tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 3

1 (33.3%): Viikon välein

- (0.0%): Kuukauden välein

1 (33.3%): Kolmen kuukauden välein

1 (33.3%): Puolen vuoden välein

- (0.0%): Vuoden välein

- (0.0%): Kahden vuoden välein

- (0.0%): Harvemmin kuin kahden vuoden välein

- (0.0%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta

- (0.0%): Silloin tällöin, jos ehtii

- (0.0%): Niitä ei tarvitse puhdistaa / asia ei kiinnosta minua

14. Tiedätkö, miten jäähdytyspalkit tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 3

3 (100.0%): En tiedä.

- (0.0%): Minulla on arvaus/aavistus asiasta.

- (0.0%): Tiedän.

- (0.0%): En osaa tai halua sanoa.

15. Miten jäähdytyspalkit tulisi mielestäsi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 0

16. Kuinka usein sinua on ohjeistettu puhdistamaan lämmityspatterit?

Osallistujamäärä: 12

- 3 (25.0%): Kuukauden välein
- 1 (8.3%): Kolmen kuukauden välein
- (0.0%): Puolen vuoden välein
- 3 (25.0%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Kolmen vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kolmen vuoden välein
- 3 (25.0%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- 2 (16.7%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, mutta puhdistan ne silloin tällöin, jos ehdin
- (0.0%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, eikä niiden siivous kuulu minulle

17. Kuinka usein mielestäsi lämmityspatterit tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 12

- 4 (33.3%): Kuukauden välein
- 4 (33.3%): Kolmen kuukauden välein
- 2 (16.7%): Puolen vuoden välein
- 1 (8.3%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Kolmen vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kolmen vuoden välein
- 1 (8.3%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- (0.0%): Silloin tällöin, jos ehtii
- (0.0%): Niitä ei tarvitse puhdistaa/asia ei kiinnosta minua

18. Tiedätkö, miten lämmityspatterit tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 12

- (0.0%): En tiedä.

4 (33.3%): Minulla on arvaus/aavistus asiasta.

8 (66.7%): Tiedän.

- (0.0%): En osaa tai halua sanoa.

19. Miten lämmityspatterit tulisi mielestäsi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 4

- Puhdistetaan patterin puhdistamiseen tarkoitettulla välineellä taustat. Muuten pyyhitään kostealla pyyhkeellä (etenkin jos patteri on kylmä, kuten kesäisin yleensä on). Tai pitäisi pyyhkiä, käytännössä nekin korkeintaan sipaistaan pölyhuiskulla.
- Imuroiden ja kostealla liinalla
- Pölyt pois pattereiden välistä. Patterin ulkopinta pyyhitään kalustemopilla tai mikroliinalla puhtaaksi.
- ei ole annettu ohjeistusta, mutta olen siivonnut kostealla siivousliinalla ja tarvittaessa tahrannoistajalla kuten muutkin pinnat. Patterien takaa en ole siivonnut koska sinne ei yletä jos patteri on ihan seinässä kiinni ja/ tai ikkunalaute on suoraan patterin yläpuolella.

20. Kuinka usein sinua on ohjeistettu puhdistamaan valaisimet ja valaisinten päälliset?

Osallistujamäärä: 12

5 (41.7%): Kuukauden välein

- (0.0%): Kolmen kuukauden välein

1 (8.3%): Puolen vuoden välein

2 (16.7%): Vuoden välein

- (0.0%): Kahden vuoden välein

- (0.0%): Kolmen vuoden välein

- (0.0%): Harvemmin kuin kolmen vuoden välein

3 (25.0%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta

1 (8.3%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, mutta puhdistan ne silloin tällöin, jos ehdin

- (0.0%): Minua ei ole ohjeistettu mitenkään, eikä niiden siivous kuulu minulle

21. Kuinka usein mielestäsi valaisimet ja valaisinten päälliset tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 12

- 7 (58.3%): Kuukauden välein
- 2 (16.7%): Kolmen kuukauden välein
- 1 (8.3%): Puolen vuoden välein
- 1 (8.3%): Vuoden välein
- (0.0%): Kahden vuoden välein
- (0.0%): Kolmen vuoden välein
- (0.0%): Harvemmin kuin kolmen vuoden välein
- 1 (8.3%): Silloin, kun ne näyttävät likaisilta
- (0.0%): Silloin tällöin, jos ehtii
- (0.0%): Niitä ei tarvitse puhdistaa/asia ei kiinnosta minua

22. Tiedätkö, miten valaisimet ja valaisinten päälliset tulisi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 12

- (0.0%): En tiedä.
- 2 (16.7%): Minulla on arvaus/aavistus asiasta.
- 10 (83.3%): Tiedän.
- (0.0%): En osaa tai halua sanoa.

23. Miten valaisimet ja valaisinten päälliset tulisi mielestäsi puhdistaa?

Osallistujamäärä: 4

- Pölyhuiskulla nekin, mutta käytännössä ei kuukauden, vaan varsinkin ylempänä olevat lähemmäs vuoden välein.
- Pölyhuiskulla ja varovasti kpstealla liinalla, kun valaisin ei ole lämmin
- Valot pois. Pyyhittää pölyt.
- pölyhuiskalla osassa paikoista, mutta pyrin ottamaan nihkeällä liinalla, koska huiska huiskuttaa pölyt pitkin tilaa.

24. Kuinka hyvin seuraavat väittämät pätevät siivouskohteisiisi?

Osallistujamäärä: 11

	Ei päde lainkaan (1)		Pätee jonkun verran (2)		Pätee hyvin (3)		Pätee täysin (4)		En osaa sanoa (0)		
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±
Ilma tuntuu siivouksen aikana t...	4x	36,36	5x	45,45	1x	9,09	1x	9,09	-	1,91	0,94
Minun tekee mieli avata ikkuna ...	4x	36,36	4x	36,36	1x	9,09	2x	18,18	-	2,09	1,14
Ilmanvaihto on käsitykseni muk...	7x	63,64	2x	18,18	1x	9,09	1x	9,09	-	1,64	1,03
Minulla on mahdollisuus säätää i...	8x	72,73	1x	9,09	-	-	1x	9,09	1x	1,40	0,97
Osaan säätää ilmanvaihtoa siiv...	8x	72,73	-	-	1x	9,09	-	-	2x	1,22	0,67
Toivon, että ilmanvaihtoa lisätt...	3x	27,27	1x	9,09	-	-	5x	45,45	2x	2,78	1,48
Toivon, että ilmanvaihtoa lisätt...	3x	27,27	3x	27,27	2x	18,18	3x	27,27	-	2,45	1,21

Väittämät:

Ilma tuntuu siivouksen aikana tunkkaiselta ja epämukavalta.

Minun tekee mieli avata ikkuna siivouksen aikana.

Ilmanvaihto on käsitykseni mukaan pois päältä tai hyvin pienellä siivouksen aikana.

Minulla on mahdollisuus säätää ilmanvaihtoa.

Osaan säätää ilmanvaihtoa siivouksen edellyttämällä tavalla.

Toivon, että ilmanvaihtoa lisättäisiin perussiivouksen ajaksi.

Toivon, että ilmanvaihtoa lisättäisiin ylläpitosiivouksen ajaksi.